



Università degli Studi di Cagliari

Dottorato di Ricerca

Botanica Ambientale ed Applicata

Ciclo XXIV

Studio della Flora Briofitica dei pauli della Sardegna

Settore/i scientifico disciplinari di afferenza BIO/03

Presentata da: **Monica Zoccheddu**

Coordinatore Dottorato: **Prof. Gianluigi Bacchetta**

Tutor/Relatore: **Prof.ssa Annalena Cogoni**

Esame finale anno accademico 2011-2012

INDICE

Abstract	4
CAPITOLO 1: CONTRIBUTO ALLA CONOSCENZA DELLA BRIOFLORA DEGLI STAGNI TEMPORANEI DELLA SARDEGNA.	5
Introduzione	5
Ruolo delle Briofite	6
Il genere Riccia	8
Obiettivi e finalità della ricerca	10
CAPITOLO 2: MATERIALI E METODI	11
Individuazione delle aree di studio	11
Caratteristiche ambientali e climatiche	13
Censimento floristico e classificazione	14
Analisi statistica	16
Schede dei siti	18
Appendice	34
CAPITOLO 3: FLORA BRIOFITICA	35
Introduzione	35
Flora briofitica censita	36
Divisione <i>Bryophyta</i>	36
Divisione <i>Marchantiophyta</i>	39
Divisione <i>Antocerotophyta</i>	40
Taxa comuni	41
Taxa meno frequenti	41
Taxon patrimoniale	42
Risultati	43
Dati corologici e caratteristiche ecologiche	43
Discussione	45
Appendice	47
CAPITOLO 4: RILEVANZA ECOLOGICA DELLE BRIOFITE DEGLI STAGNI TEMPORANEI	54
Introduzione	54
Materiali e metodi	55
Indici ambientali	55
Risultati e discussione	56
Appendice	57
CAPITOLO 5: FATTORI ECOLOGICI CHE INFLUISCONO SULLA DISTRIBUZIONE E RICCHEZZA DELLA BRIOFLORA NEGLI STAGNI TEMPORANEI	58
Introduzione	58
Materiali e metodi	59
Corotopi e caratteri ecologici	

Fattori ambientali	60
Fattori stagionali	61
Analisi dei dati	62
Risultati e discussione	62
Analisi delle caratteristiche corologiche ed ecologiche della Brioflora degli stagni temporanei	63
Analisi spaziale della ricchezza floristica dei pauli	63
Ricchezza floristica in relazione ai fattori ambientali	64
Non solo ricchezza: le specie come indicatori	65
Variabilità stagionale della Brioflora degli stagni temporanei mediterranei	65
Appendice	67
 CAPITOLO 6: INDAGINE NEL CAMPO DELLE DIASPORE	 82
 Introduzione	 82
Fase di sviluppo dei gametofori	83
Materiali e metodi	83
Sito	83
Metodologia relativa ai carotaggi	85
Risultati	86
Germinazione	86
Discussione	86
Appendice	88
Conclusioni	91
Glossario	94
Documento fotografico	96
Bibliografia	104

Temporary wet habitats are shallow wetlands, characterized by alternating phases of drought and flooding and by a very self-contained hydrology. They occur in endoreic depressions that are submerged for sufficiently long periods of time to allow the development of hydromorphic soils, aquatic or semi-aquatic vegetation, and specific animal communities. However, they dry out for a sufficiently long duration to exclude more widespread plant and animal communities, characteristic of permanent wetlands (Grillas, 2004). The occurrence of unique and peculiar biodiversities is facilitated by alternation of wet and dry phases in ecosystems which are potentially suitable for the establishment of Bryophytes. These vegetal life forms play an ecological role for protecting soil against drying and erosion. Aims of research were: characterization of hydrological regimes (water depth and flooding duration) in different kinds of Mediterranean temporary wet habitats; contribution to biogeographical and ecological aspects, of Bryophytes in Mediterranean temporary wet habitats; investigation of spatial distribution and temporal successions of Bryophytes communities under different hydrological regimes. The research was carried out on 34 ponds located in 9 Sardinian sites, including 4 of Community Importance (SIC). The field work began in 2008 and was completed in 2011. During this survey 2613 samplings were carried out; the census amounted to 141 types, including 120 *Bryophytes*, 20 *Marchantiophyta* and 1 *Anthocerotophyta*. All different sites were seasonally inspected, in order to check what biological strategy was used by each specie, and because there was a high diversity and abundance of Bryophytes in soil which emerged during desiccation phases. Samples were collected on various substrates: soil, rock and bark at bases of trunks (where there was a tree cover), in order to draw up an inventory of the bryophyte flora in investigated sites. For the distribution of these bryophytes we have established three concentric zones according to their humidity level. Typically, three units were present within a temporary pond, referable to concentric belts (an inner or central belt, an intermediate belt and peripheral or outer belt). Ponds were visited seasonally. Vegetation surveys were carried out along transect (3m in length). We sampled the transect following a systematic survey, collecting information every meter with a square plot of 30 cm length. The studies were all carried out at the level of sites (nine); for statistical analysis of floristic richness were used methods of univariate statistics (analysis of variance, ANOVA). The indicator species analysis (Dufrêne & Legendre, 1997) was applied for understanding floristic composition differences amongst ponds in the whole Sardinian area and for verifying relationships with other factors (pond size and vegetation cover). The total number of Bryophyte species was negatively influenced by pool area, water depth, to quote and degree of shade. The analysis showed that the floristic gradient was correlate to grazing pressure, also, the presence of grazing, detected in eight out of nine sites, gives a positive contribute to the species richness and diversity of ponds. In particular, spoors by foot-traffic of cattle facilitate the survival of those species which take refuge in these moist micro-habitats during dry phase. Overall, the study sites host a remarkable and abundant bryophyte flora, and not unlike from surveys by other authors for this habitat in Mediterranean area (Casas *et al.*, 1998; Hugonnot 2002; Grillas *et al.*, 2004; Pericàs 2009; Aleffi *et al.*, 2010).

CONTRIBUTO ALLA CONOSCENZA DELLA BRIOFLORA DEGLI STAGNI TEMPORANEI DELLA SARDEGNA

Abstract

In Europe the Habitats "Mediterranean Temporary pond" are indicated as priority natural habitats under the Habitats Directive 92/43/EEC; the vegetation in these pools is mainly represented by the classes of *Littorelletea* Br.-Bl. et Tx. 1943 and *Isoeto-Nanojuncetea* Br.-Bl. et Tx. 1943 (Mossa et al. 1989; Lorenzoni & Paradis 1997). The damp habitats with a seasonal presence of surface water are potential habitats for the presence of bryophytes. This is especially true in the Mediterranean basin where water is a critical key factor for those plant groups requiring it for the completion of their life cycle at the reproductive stage. However and despite their important ecological functions, bryophytes are neglected or undervalued in most floristic projects about habitat management of fragile environments, like damp habitats. Thus, Mediterranean temporary ponds should be a target habitat for the study and knowledge of bryophytes. Despite this evidence, there are very few studies concerning the importance of this habitat for the conservation of bryophytes.

INTRODUZIONE

Gli ecosistemi umidi temporanei in Europa, con alternanza ciclica di fasi di inondazione, sono indicati come habitat prioritari nella "Direttiva Europea del 21 Maggio 1992 sulla conservazione degli habitat naturali, della flora e della fauna selvatica" più comunemente conosciuta come Direttiva Habitat 92/43/CEE [Stagni temporanei mediterranei (3170*)]. L'habitat stagni temporanei mediterranei è inserito nell'Allegato I di tale Direttiva come "Habitat naturale di interesse comunitario" in quanto tali habitat "rischiano di scomparire nella loro area di ripartizione naturale" e "hanno un'area di ripartizione naturale ridotta a seguito della loro regressione o per il fatto che la loro area è intrinsecamente ristretta". La diversità di questi habitat è legata alla originalità e rarità delle comunità animali e vegetali che li popolano e alla loro autoecologia.

Gli stagni temporanei sono habitat di acque dolci, di modesta profondità, visibili solamente in inverno e tarda primavera per lo più compresi in depressioni basaltiche, alimentati esclusivamente dalle piogge. L'alternanza di fasi umide e secche crea un ambiente con biodiversità unica per questi ecosistemi. Questi habitat per la loro peculiare flora vascolare hanno suscitato da lungo tempo l'attenzione di numerosi botanici ed ecologi (Braun-Blanquet 1936; Malcuit 1962; Zevaco 1966; Barbero 1965; 1967). Tale flora è composta soprattutto da vegetazione anfibia, prevalentemente terofitica e geofitica Mediterranea di piccola taglia, a fenologia prevalentemente tardo-invernale/primaverile legata ai sistemi di stagni temporanei con acque poco profonde, con distribuzione nelle aree costiere, subcostiere e talora interne dell'Italia peninsulare e insulare, dei piani Bioclimatici Submeso-, Meso-, e Termo-Mediterraneo riferibile principalmente alle classi del *Littorelleteae* Br.-Bl. et Tx. 1943 e *Isoëto-Nanojuncetea* Br.-Bl. et Tx. 1943 (Mossa et al. 1989; Lorenzoni & Paradis 1997; Bagella et al. 2005). A tutte queste specie fa riferimento l'Habitat 3170 che, rappresenta un caso particolare dell'Habitat 3120 "Acque oligotrofe a bassissimo contenuto minerale su terreni generalmente sabbiosi del Mediterraneo occidentale con *Isöetes* spp.," distinguibile da quest'ultimo soprattutto per l'esigua profondità dell'acqua (pochi cm) e la temporaneità della sommersione: le pozze tendono infatti a disseccare precocemente, già nel tardo inverno o in primavera. Il manuale EUR/27 fa riferimento al CORINE Biotopes 22.34 (ordine *Isöetetalia*); nella descrizione dell'Habitat menziona anche le alleanze *Nanocyperion flavescens*, *Heleochoilon* e *Lythron tribactae* che fanno parte dell'ordine *Nanocyperetalia*: esse afferiscono al

codice CORINE 22.32 che va quindi incluso. L'habitat in Italia risulta distribuito in Liguria, Lombardia, Emilia-Romagna, Toscana, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Campania, Puglia, Basilicata, Calabria, Sicilia e Sardegna. Per le loro peculiarità questi ambienti risultano particolarmente fragili e sensibili alle alterazioni provocate dalla pressione antropica e pascolativa nonché dai cambiamenti climatici. Essi rappresentano habitat potenzialmente idonei per l'insediamento di Briofite che svolgono un ruolo ecologico nella protezione del suolo dall'eccessivo disseccamento e dall'erosione. Circa questi habitat sono invece scarsi gli studi riguardanti la presenza di briofite e soprattutto la loro importanza ecologica (Casas *et al.* 1998, Hugonnot 2002; Hugonnot *et al.* 2004; Cogoni *et al.* 2006a; 2009a; 2009b; Pericàs *et al.*, 2009, Aleffi *et al.* 2010). Con la presente indagine si è voluto monitorare la distribuzione spaziale e la dinamica temporale di colonizzazione delle briofite, determinata da particolari condizioni ecologiche, in diverse condizioni di inondazione. Le ricerche sono state effettuate su 34 stagni situati in 9 siti della Sardegna di cui 4 di importanza comunitaria (SIC). I campionamenti sono stati eseguiti secondo zonazioni a piccola scala (distinte in cintura esterna, intermedia e interna) e lungo transetti lineari a partire dagli argini verso il centro del bacino (Bagella *et al.* 2009a). Nel complesso il contingente briofitico campionato ammonta a 141 taxa di cui 120 *Bryophyta* e 20 *Marchantiophyta* e 1 *Anthocerotophyta*. Nelle zone che progressivamente si prosciugano si conferma la colonizzazione di numerose specie del genere *Riccia* particolarmente legate a questi habitat (Grillas *et al.* 2004; Cogoni *et al.* 2009a) (Zoccheddu & Cogoni 2011).

RUOLO DELLE BRYOPHYTA

L'importanza della copertura delle briofite nei pauli è stato per molto tempo sottovalutato; i tappeti formati dai muschi così come quelli di alcune epatiche, resistono ad un elevato disseccamento del substrato durante il periodo più critico e nel contempo favoriscono, la sopravvivenza di altre piante, infatti sono molti gli ambienti in cui i muschi hanno un fondamentale ruolo pioniero e di conseguenza sono importanti per il successivo insediamento di altre specie, soprattutto di piante vascolari, creando il terreno favorevole su cui spore e semi delle piante possono germinare. Secondo alcuni autori le briofite giocano un ruolo tampone limitando l'evaporazione dell'acqua e contribuendo in questo modo alla loro stessa stabilità soprattutto durante le annate particolarmente aride (Poirion *et al.* 1966) e concludono che le "Briofite favoriscono l'"*Isoetion*". Altri invece come Hebrard (1970) considerano al contrario che certe Briofite sono delle vere e proprie "pompe capillari" e di conseguenza accelerano l'evaporazione degli stagni temporanei. Di fronte a queste apparenti disquisizioni è difficile conoscere l'impatto esatto delle briofite sulla stabilità della vegetazione degli stagni temporanei (Hugonnot 2002). Il tappeto dei muschi a causa dell'accumulo di biomassa, gioca un ruolo importante nell'arricchire il suolo di materia organica e lo strato di muschi può essere sufficientemente spesso da agire come semenzaio umido (Aleffi & Tacchi 2008). Durante la stagione critica possono inoltre giocare un ruolo protettivo nei confronti dei sedimenti e dei microrganismi, proteggendoli dalle aggressioni esterne come le radiazioni, il vento e il processo di erosione.

Negli ecosistemi acquatici stagionali, come gli Stagni Temporanei le briofite e, soprattutto le epatiche *Riccia*, *Cephaloziella*, *Conocephalum*, e *Fossombronia*, sono intimamente legate al regime alternante umido/secco ed inoltre anche un'ampia varietà di specie pioniere più o meno effimere, che presentano delle strategie specializzate:

- Specie fuggitive: (effimere-annuali), caratterizzate da un periodo vegetativo breve a da un alto sforzo riproduttivo (During 1979). Presentano una fase di riproduzione sessuata (con numerosi sporofiti); hanno delle piccole spore a durata di vita lunga.

- Specie annuali: (annual shuttle species) hanno una vita breve (effimere) o annuali-pauciennale, alto sforzo riproduttivo sessuale con sporofito frequente, mentre la riproduzione asessuale è assente (During 1979). Producono grosse spore, a durata di vita media.
- Specie colonizzatrici: Hanno vita breve (annuali-pauci-pluriennali) e presentano uno sforzo riproduttivo sessuale e asessuale alto (During 1979). Producono piccole spore a durata di vita lunga (Hugonnot & Hébrard 2004a).

In questi ambienti sono diffuse anche le specie effimere che nonostante abbiano una durata di vita di una settimana solamente, grazie alla numerosa quantità di spore prodotte sopravvivono alla fase secca sotto forma dormiente. Inoltre queste specie possiedono degli organi di resistenza vegetativa. È il caso di molte *Bryaceae* che presentano uno o più tipi di propaguli (propaguli tuberiformi sui rizoidi, propaguli gemmiformi all'ascella delle foglie, ecc.) o ancora come certe epatiche che presentano dei bulbilli pedicellati nella parte inferiore del tallo. Altrettanto numerose sono le specie perenni, fortemente tolleranti allo stress, ma più limitate ai bordi degli stagni temporanei dove l'ombra delle piante superiori è più grande e il suolo è più spesso. Le particolarità morfologiche delle specie xerofile (tolleranti la siccità) come la presenza di papille, peli ialini ecc. non sono sufficienti a spiegare l'elevata resistenza delle briofite e in particolare delle epatiche, alle gravi condizioni a cui sono sottoposte durante la stagione secca. Intervengono altri meccanismi di ordine fisiologico, ad esempio la rigenerazione dei tessuti viventi in seguito alla reidratazione del tessuto che ha subito un'estremo disseccamento. Questa strategia probabilmente è essenziale sia per un importante numero di briofite, tra cui le *Pottiaceae*, ma anche per le *Marchantiophyta*, in particolare le specie a tallo, come il genere *Riccia*. A causa dei stringenti vincoli ambientali, le briofite sono molto instabili nel tempo e nello spazio e sono sottoposte a delle effettive variazioni da un anno all'altro. L'abbondanza e la diversità delle Briofite in questi ambienti dipende essenzialmente dal regime sommersione/disseccamento che è necessario al completamento del ciclo di sviluppo. Il fatto che tante specie riescano a coesistere in uno stesso ambiente è un dato importante nella valutazione del valore patrimoniale di un sito. Appartenenti alla Divisione *Bryophyta* e significativamente rappresentative in questi ecosistemi sono le *Pottiaceae* con i generi: *Didymodon*, *Syntrichia*, *Tortula*, *Tortella*; le specie del genere *Bryum* (*B. alpinum*, *B. elegans*, *B. gemmiparum*, *B. mildeanum*, *B. radiculosum*), tra i pleurocarpi le *Brachytheciaceae*, e specie più minuscole e delicate come le *Ephemeraceae* e *Archidium alternifolium* (*Archidiaceae*) che può formare delle importanti e numerose colonie indistintamente dalla natura del substrato (Hugonnot & Hébrard 2004a). La diversa tipologia di stagni temporanei non presenta lo stesso potenziale di accoglienza per la componente briofita. Gli stagni detti a "suolo nudo" (Molina 1998) possono ospitare una magra popolazione di Briofite, in particolare quando il substrato presenta una componente a ghiaia che causando il disseccamento precoce del suolo è responsabile della "povertà" di questa tipologia di stagno temporaneo. Al contrario negli stagni temporanei in cui è presente una componente rocciosa affiorante sul suolo è notevole la presenza delle specie sassicole come il genere *Grimmia* la cui presenza in questi ambienti è costante, questo è dovuto alle sue caratteristiche morfologiche che la rendono una specie ad ampia ecologia, adattando la sua fenologia alle condizioni climatiche e ambientali. Lungo gli argini alla base dei grossi massi basaltici si preserva una certa umidità che favorisce l'insediamento di specie pioniere come ad esempio le epatiche. Sulla superficie delle rocce a scarsa inclinazione dove si ha il lento deposito di materiali fini si ha la colonizzazione di pleurocarpi come *Hypnum cupressiforme*, in grado di svilupparsi indifferentemente su qualsiasi tipo di substrato, dimostrando pertanto un'enorme plasticità ecologica.

Negli stagni temporanei in cui è presente una componente arborea che delimita gli argini e soggetta alla sommersione è stata rilevata una componente di specie corticicole come ad esempio *Rhynchostegium confertum*, *Frullania dilatata* e *Metzgeria coniugata*. Negli stagni temporanei le cui acque preservano una certa limpidezza e in cui non si verifica un particolare accumulo di materiale organico in sospensione (foglie, alghe, sostanze organiche dissolte) si ha la colonizzazione di specie

strettamente acquatiche come *Riccia fluitans*. Per quanto riguarda la presenza della componente animale in questi ambienti e in particolare l'azione che essa esercita sulla componente Briofitica gli effetti sono contraddittori. I cinghiali hanno un impatto non trascurabile sulla vegetazione Briofita di questi habitat, infatti il lavoro di questi animali provoca una perturbazione al livello del suolo: scavando profonde buche e rovesciando pietre anche di notevoli dimensioni. Ma in realtà la loro presenza così come quella dei bovini ha degli effetti positivi in quanto alla distruzione meccanica del tappeto delle briofite provocata sia dal calpestio che dal ribaltamento dei massi, si aggiunge l'effetto del rinnovamento ambientale con l'apertura di nuove breccie nella copertura vegetativa che possono permettere l'ulteriore colonizzazione del suolo da parte delle specie pioniere (Hugonnot 2002).

IL GENERE RICCIA

Il legame delle epatiche agli ambienti stagionalmente umidi è confermato dalla notevole quantità e varietà di specie che popolano questi ambienti. In particolare le epatiche del genere *Riccia* L. (*Marchantiopsida Ricciaceae*) trovano un biotopo favorito infatti questo genere è presente sia nella tipologia Habitat "Stagni temporanei Mediterranei" (3170*) che nella tipologia Habitat "Acque oligotrofiche poco mineralizzate", generalmente su suoli sabbiosi del Mediterraneo occidentale con *Isoetes* spp." (3120*) (Grillas *et al.* 2004). Secondo i Corine Biotopes le comunità a *Riccia* sono identificate con il codice: 22.34: nei gruppamenti anfibi meridionali (*Isoetalia*) e in particolare con il codice 22.341: piccola vegetazione mediterranea (*Isoetion*). Si tratta di piccole epatiche a tallo, gregarie, formanti sia delle rosette complete sia lobi lineari più o meno raggruppati, di pochi millimetri a qualche centimetro di diametro di consistenza coriacea, compatta o spugnosa. Le specie sono sia annuali che perenni e solo nel Mediterraneo il genere comprende una trentina di specie, infatti tra le epatiche è il genere più rappresentativo. Non tutte le specie sono strettamente legate al biotopo stagni temporanei, ma sono comunque legate agli ambienti con la stessa caratteristica alternante di un periodo di inondazione e periodo secco. Tra le specie che colonizzano più tipicamente i bordi degli stagni temporanei: *Riccia beyrichiana*, *R. canaliculata*, *R. crozalsii*, *R. glauca*, *R. michelii*, *R. nigrella*, e *R. sorocarpa* (Hugonnot & Hebrard 2004b).

La coesistenza in una località di numerose specie di questo genere è un elemento importante allora quando si vuole valutare il livello patrimoniale di un sito. L'abbondanza e la presenza del genere in questi ambienti è testimoniata dagli studi relativi agli Stagni temporanei condotti in questi anni in diverse regioni del Mediterraneo. Hugonnot (2002), negli Stagni temporanei (Padule) della Réserve Naturelle de Roque-Haute segnala la presenza di diciannove specie appartenenti al genere *Riccia* la maggior parte delle quali già segnalate da Crozals (1903) (*Riccia beyrichiana*, *R. bicarinata*, *R. bifurca*, *R. canaliculata*, *R. cavernosa*, *R. ciliata*, *R. crozalsii*, (*R. cristallina*?), *R. fluitans*, *R. glauca*, *R. gougetiana*, *R. lamellosa*, *R. macrocarpa*, *R. michelii*, *R. nigrella*, *R. papillosa*, *R. sorocarpa*, *R. subbifurca* e *la trichocarpa*). Grillas *et al.* (2004) per gli stagni temporanei della stazione biologica de la Tour du Valat, nella Francia Continentale Mediterranea, segnalano la presenza di *Riccia beyrichiana*, *R. canaliculata*, *R. cristallina*, *R. macrocarpa*, *R. michelii*, *R. perennis* Cogoni *et al.* (2009a) per i padule della Corsica (padule Suartone nella Corsica Sud-Orientale) riportano *Riccia beyrichiana*, *R. crozalsii*, *R. perennis*, *R. sorocarpa*. Per la penisola Iberica Pericàs *et al.* (2009) segnalano per Minorca *Riccia beyrichiana*, *R. cristallina*, *R. gougetiana*, *R. macrocarpa*, *R. nigrella*, *R. subbifurca*, *R. warnstorffii* Casas *et al.* (1998) per il Portogallo, nella regione dei basses de l'Albera (Alt Empordà) segnalano *Riccia beyrichiana*, *R. bifurca*, *R. bifurca* var. *subinermis*, *R. crozalsii*, *R. fluitans*, *R. gougetiana*, *R. macrocarpa*, *R. nigrella*, *R. sorocarpa*, *R. subbifurca*, *R. warnstorffii*. Per l'Italia Aleffi *et al.* (2007; 2009) per gli Stagni temporanei della Puglia (riportano due sole segnalazioni *Riccia crozalsii* che risulta essere una nuova entità per la flora briologica pugliese e *R. sorocarpa*). Infine per la Sardegna, dagli studi condotti sulla Giara di Gesturi (Cogoni *et al.* 2009a) si hanno le seguenti segnalazioni: *Riccia bifurca*, *R. canaliculata*, *R. michelii*, *R. nigrella*, *R. sorocarpa*. a cui si devono aggiungere, in seguito alle ulteriori indagini condotte nel presente lavoro:

Riccia beyrichiana, *R. glauca* e *R. huebeneriana* quest'ultima specie nuova per la Sardegna. La distribuzione di queste specie negli stagni temporanei è particolarmente legata alle caratteristiche dell'habitat, prediligono infatti non solo ambienti nudi e pionieri ma soprattutto ben umidificati in inverno e in primavera, e sottoposti al dessicamento estivo. I suoli basaltici sembrano essere quelli più favorevoli in quanto l'assenza di fessure impedisce all'acqua di filtrare rapidamente attraverso il basamento geologico, piuttosto che per reazioni chimiche. Nel periodo in cui le pozze sono nella fase di secca, le epatiche del genere *Riccia* sono state rinvenute all'interno delle nicchie lasciate sul suolo umido dalle orme del bestiame che pascola regolarmente in questi ambienti. Inoltre essendo specie di piccole dimensioni utilizzano pochi mm di superficie di suolo composto soprattutto di detriti risultanti dal processo di erosione delle rocce causata sia dall'azione del vento che dall'azione delle acque. Tutte le minacce che gravano sul biotopo stagni temporanei mediterranei, purtroppo pesano allo stesso modo, a causa delle conseguenze, sulle popolazioni epatiche del genere *Riccia*. L'urbanizzazione, estirpazione dei talli insieme alla cotica erbacea da parte degli animali, le attività di bonifica a scopo agricolo, conducono alla perdita irreversibile del patrimonio relativo a questo *taxa* in questi ambienti.

OBIETTIVI E FINALITÀ DELLA RICERCA

Dare un contributo alla conoscenza della flora Briofitica di questi ecosistemi poco indagati soprattutto dal punto di vista floristico ed ecologico, approfondendo l'aspetto relativo alla distribuzione spaziale e alla dinamica temporale delle specie in relazione alla diversa condizione di inondazione.

Effettuare un'analisi comparativa tra i diversi siti scelti per l'indagine.

Fare un'analisi fitogeografica ed ecologica (strategia e forme di vita, luce, pH, umidità, impatto antropico) delle briofite sottoposte a fluttuazione idrica da utilizzare nella valutazione dello stato di salute di tali habitat e per valutare il grado di antropizzazione e di alterazione complessiva degli stagni temporanei studiati.

Quali fattori ecologici influiscono maggiormente sulla distribuzione, e sulla diversità della Brioflora degli habitat indagati.

Mettere in evidenza se fattori come la lunghezza dell'idroperiodo e la stagionalità hanno un ruolo chiave determinante la composizione e ricchezza della flora Briofitica di questi ecosistemi.

Investigare le caratteristiche delle Diaspore e il modo in cui questa può contribuire alla ristabilizzazione della componente Briofita negli stagni temporanei dopo il periodo di secca.

Investigare se entro il livello di profondità del suolo sottoposto ad osservazione è possibile rinvenire presenza di diaspore.

Mettere in evidenza se sussistono differenze nelle Diaspore tra *pauli* investigati.

Individuare quali sono le specie che mostrano una migliore fitness di sopravvivenza e adattamento a questi ambienti.

Evidenziare l'importanza che gli stagni temporanei indagati esercitano in quanto "target habitat" per la conoscenza e conservazione delle briofite.

MATERIALI E METODI

Abstract

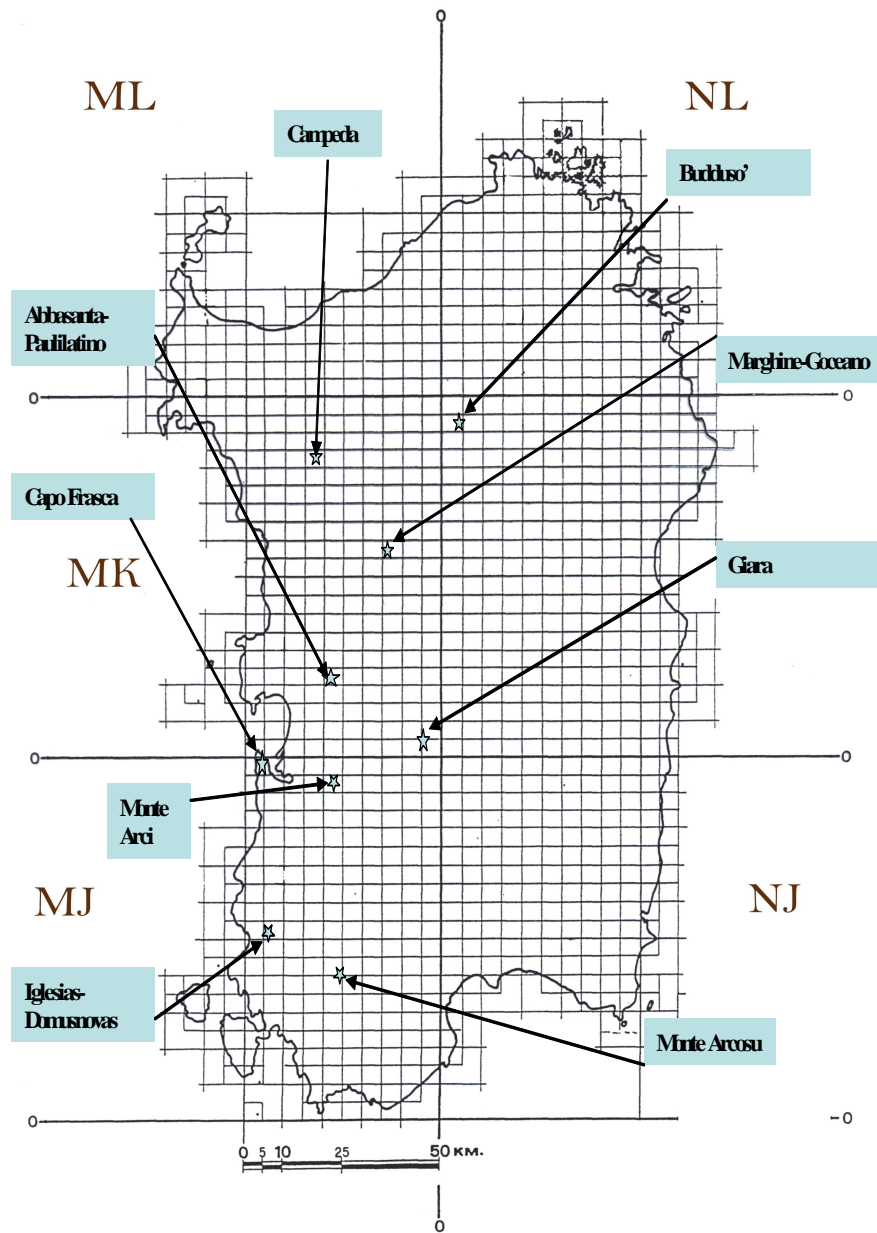
The research was performed in thirty-four areas temporarily flooded of natural origin covering a wide range of altitudes and substrates. In these ponds, after water evaporation, a high diversity and abundance of bryophytes can be observed on the emerged soil. For the distribution of these bryophytes we have established three concentric zones according to their humidity level. Typically, three units were present within a temporary pond, referable to concentric belts (an inner or central belt, an intermediate belt and peripheral or outer belt). Ponds were visited seasonally. Vegetation surveys were carried out along transect (3m in length). We sampled the transect following a systematic survey, collecting information every meter with a square plot of 30 cm length.

INDIVIDUAZIONE DELLE AREE DI STUDIO

I 9 siti, oggetto di questa indagine, sono stati individuati attraverso indagine bibliografica (Cogoni *et al.* 2006a); (Bagella *et al.* 2009a; 2009b); (Desfayes 2008); per la loro localizzazione si è avvalsi dell'uso delle Carte dell'Istituto Geografico Militare IGM su scala 1:25.000. I siti sono stati scelti in base alla loro distribuzione geografica e per le diverse caratteristiche geomorfologiche I dati relativi alla loro posizione geografica sono stati rilevati con l'utilizzo del GPS modello 12 Cx Garmin. Gli stagni sono stati scelti in base alla tipologia "paludi o acquitrini ad allagamento stagionale" il cui apporto idrico è esclusivamente di natura meteorica, e rientrano di conseguenza nel formulario della Rete Natura 2000 come habitat d'importanza comunitaria 3170 (temporary wetlands) (Williams 1987; 2006; Keeley & Zedler 1998; Yaverkovsky *et al.* 2004). I siti individuati sono situati nella Sardegna Settentrionale (Altopiano di Campeda, Catena del Margine-Goceano Altopiano di Buddusò) Centrale (Altopiano di Monte Arci, Altopiano della Giara di Gesturi Altopiano di Abbasanta-Paulilatino e della Media Valle del Tirso) sulla costa l'Altopiano di Capo della Frasca. Nella Sardegna Meridionale il sito di Iglesias-Domusnovas e di Monte Arcosu. Nei 9 siti sono stati indagati un totale di 34 stagni temporanei. Per delimitare e inquadrare le aree di studio si è proceduto al reperimento della cartografia riguardante le zone; in particolare sono state utilizzate le carte in scala 1:25.000 dell'Istituto Geografico Militare (I.G.M.). Di seguito per ciascun comune dell'area di studio, vengono indicati il foglio, la sezione e la tavoletta della cartografia (I.G.M.).

Cinque dei siti sono SIC e quindi sottoposti a norme di tutela come il sito dell'altopiano della Giara di Gesturi che rientra nelle aree Rete Natura 2000 con il SIC ITB001112 in quanto Parco Naturale Regionale [Foglio n° 539, Sezione I, Tuili; Foglio n. 540, Sezione IV, Isili; I.G.M.], il sito della catena del Margine Goceano, inserito nella Rete natura 2000 con il SIC ITB 011102 [località Bolotana Foglio 498 Sezione I]; il sito sull'altopiano della Campeda inserito nella Rete Natura 2000 con SIC ITB021101 [Fogli 494 IV Semestene e 498 III Macomer dell'Istituto Geografico Militare Italiano]; il sito sull'altopiano di Abbasanta Paulilatino che rientra nella Rete Natura 2000 con il SIC ITB 031104 "Media valle del Tirso e altopiano di Abbasanta- Rio Siddu"[Foglio 515 Sezione IV]; e infine il sito sull'altopiano di Monte Santo di Pula che fa parte delle tavolette 234 III SW e 240 IV NW I.G.M., che rientra nel SIC ITB041105 denominato "Foresta di Monte Arcosu". Gli altri siti, quello dell'altopiano di Monte Arci compreso nel foglio n. 217 dell'I.G.M. e in parte delle tavolette ISO (Villaurbana), II NO (Ales), II SO (Mogoro), III NE (Arborea), il sito di Buddusò [Foglio 481 Sezione I], e infine il sito di Capo della Frasca inserito nel Foglio 217 dell' I.G.M. fa parte delle tavolette III N.O. (Capo della Frasca) e III S.O. (S. Antonio di Santadi), non sono sottoposti ad alcuna norma di tutela.

FIGURA 1: INDIVIDUAZIONE DELLE AREE DI STUDIO



Prendendo in considerazione le 43 stazioni termometriche e le 222 stazioni pluviometriche distribuite sul territorio isolano, il clima dell'isola viene identificato come un clima di tipo temperato-caldo e tipicamente bistagionale, con un periodo caldo ed arido in estate ed uno freddo ed umido nella stagionale invernale, intervallati da due stagioni intermedie. La media annua delle temperature delle zone costiere varia tra i 17 e i 18 gradi, scendendo tra i 10 e i 12 delle zone montane al di sopra dei 1000 m di quota; più della metà del territorio isolano è compreso tra altitudini che vanno dal livello del mare ai 300 m e l'altitudine media dell'isola non supera di molto i 350 m, e la porzione di territorio isolano che si può annoverare ad altitudini superiori ai 1000 m è alquanto limitata e l'altezza massima raggiungibile sul Gennargentu è di 1834 m. Di conseguenza gli elementi che condizionano la distribuzione e il periodo vegetativo sono essenzialmente i minimi termici invernali e i periodi di aridità estiva. Oltre alla temperatura e piovosità, sono importanti anche i venti, che in tutte le stagioni, per effetto della situazione barica e della temperatura che si hanno nell'atmosfera, soffiano in maniera dominante dai quadranti occidentali. La loro frequenza risulta altissima, l'inverno è sicuramente la stagione maggiormente interessata dai fenomeni ventosi, mentre il periodo estivo è interessato da un regime di brezza. Arrigoni (1968) ci offre un prospetto generale anche della flora e della vegetazione, identificando tre diversi tipi di climax:

- arbusti montani prostrati e delle steppe montane mediterranee;
- foreste a *quercus ilex* L., suddiviso in orizzonte freddo-umido e mesofilo;
- termoxerofilo delle foreste miste di xerofille e delle macchie costiere, suddiviso a sua volta in foreste miste di xerofille sempreverdi termoxerofile della Sardegna meridionale e uno delle boscaglie e macchie termoxerofile litoranee.

La posizione geografica e l'insularità sono i fattori generali del clima della Sardegna, mentre alla complessa orografia dell'isola si deve la diversificazione del clima nei suoi vari territori. (Angius, 2007). La Sardegna risulta essere un importante rappresentante dell'habitat "stagni temporanei" non solo per il numero ma anche per la tipologia. Per quanto riguarda la distribuzione dei siti, sette risultano ubicati nella parte interna dell'isola, mentre due siti solamente e, nello specifico: il sito di Capo della Frasca e il sito di Iglesias-Domusnovas hanno una collocazione costiera. Sono state riscontrate differenze nella natura geologica degli altopiani: cinque siti sono posti su altopiani di origine basaltica (Giara di Gesturi, Monte Arci, Margine-Goceano, il sito della Media Valle del Tirso e Capo Della Frasca, questi ultimi presentano una ulteriore diversità per quanto riguarda la natura del suolo, avendo una componente prevalentemente sabbiosa; mentre due siti sono posti su altopiani di origine granitica (il sito di Buddusò e quello di Monte Arcosu). Inoltre in alcuni stagni dei siti Giara di Gesturi e Monte Arci è presente una forte componente rocciosa. Tra i siti sottoposti ad indagine sono state riscontrate differenze anche nella copertura vegetativa. Il sito Giara di Gesturi è l'unico che presenta una componente arborea sebbene essa sia relegata in prevalenza lungo gli argini degli stagni. Nella maggior parte dei siti si riscontra una tipica vegetazione a macchia, costituita in prevalenza da arbusti bassi; sono invece pochi i siti in cui prevale una vegetazione erbacea. La loro collocazione è all'interno di profonde depressioni su substrati impermeabili dove sia la struttura geologica che le caratteristiche del suolo hanno una notevole influenza sul regime idrologico degli stagni temporanei. Per quanto concerne la loro posizione i siti sono ubicati all'interno di un ampio range di valori altitudinali: da un valore minimo di 1 m s.l.m. (per il sito di Capo della Frasca) fino ad un massimo di 1200 m s.l.m. per lo stagno temporaneo di Punta Palai (nel sito Catena Margine-Goceano). Significative differenze sono state riscontrate anche nella durata dell'idroperiodo (ossia l'intervallo di tempo in cui le pozze si trovano nella condizione di inondazione) e nel periodo di inizio di questa fase. Negli stagni temporanei di maggiori dimensioni e indipendentemente dalla posizione altitudinale si ha un prolungamento della fase di inondazione, così come è più tardiva anche la fase di prosciugamento. Questa situazione si verifica negli stagni ubicati alle maggiori altitudini, come nello stagno del sito di Buddusò (630 m s.l.m.) e nello stagno temporaneo del sito Margine-Goceano (1200 m s.l.m.).

Per ciascuno dei siti indagati, sono state predisposte delle schede riassuntive, in cui sono inserite informazioni riguardanti: la denominazione del sito, la provincia, il comune di appartenenza, le coordinate in UTM, la tipologia degli stagni temporanei individuati nell'area, l'estensione dell'area, e l'altitudine. Segue una breve descrizione ambientale, e se presenti le norme di tutela a cui è sottoposto il sito.

METODOLOGIA DI CAMPIONAMENTO

Per mettere in evidenza la distribuzione spaziale e la dinamica temporale della flora Briofitica sono state individuate in base al livello di umidità, a partire dall'argine fino al centro delle pozze, tre zone o cinture concentriche. I campionamenti sono stati effettuati sia durante il periodo "estivo" (periodo in cui gli stagni temporanei si trovano nella condizione di secca) che durante il periodo "invernale" successivo all'arrivo delle prime piogge. Per poter campionare lungo le tre cinture (cintura esterna, intermedia ed interna) si è adattata la stagionalità tenendo conto sia delle dimensioni che dell'altitudine dei relativi siti. I campionamenti sono stati condotti lungo due transetti (Nord/Sud e Est/Ovest) a partire dall'argine verso il centro della pozza utilizzando un sistema a tre paletti collegati tra loro alla distanza di un metro ciascuno. Per i campionamenti lungo i due transetti si è utilizzando un quadrato di 30cm×30cm. Tale metodo (Bagella *et al.* 2007; 2009a; 2009b), adottato per i rilevamenti della vegetazione degli stagni temporanei, è stato adattato alla flora briofitica ed è basato sulla misura percentuale delle specie briofitiche all'interno di ciascun quadrato. Sono stati effettuati 2.613 rilevamenti. Il numero dei campionamenti è stato scelto in base alla dimensione degli stagni temporanei. In quelli di grandi dimensioni sono stati eseguiti 180 rilievi (90 per transetto), 120 in quelli di dimensioni medie (60 per transetto) e 60 rilievi nei piccoli (30 per transetto).

Viste le diverse dimensioni dei pauli e la posizione altitudinale dei siti sottoposti ad indagine è stato necessario variare il periodo in cui studiare "la componente della fase secca" e quella della "fase umida" in relazione all'idroperiodo. Per ciascun rilievo è stata annotata l'esposizione, la quota e la posizione geografica in coordinate UTM.

CENSIMENTO FLORISTICO E CLASSIFICAZIONE

L'attività di campo è iniziata nel 2008 ed è stata portata a termine nel 2011. Nel corso della presente indagine sono stati eseguiti 2613 rilevamenti, e il censimento ammonta a 141 entità. I siti sono stati visitati stagionalmente per tenere conto della strategia biologica delle specie e perché in questi habitat, nel suolo che emerge durante la fase di disseccamento, si è osservata una elevata diversità ed abbondanza di briofite. I campionamenti sono stati eseguiti su vari substrati: suolo, roccia e dove presente copertura arborea su corteccia alla base del tronco al fine di redigere un repertorio rappresentativo della flora Briofitica dei siti indagati. È stata adottata la tassonomia più attuale che suddivide questo gruppo sistematico in tre Divisioni: *Bryophyta* (muschi), *Marchantiophyta* (epatiche) e *Anthocerotophyta* (antocerote). Relativamente alle specie censite, la presenza /assenza dei taxa è stata verificata consultando la Checklist della flora briofitica italiana (Aleffi *et al.* 2008), la stessa Checklist è stata adottata anche per la nomenclatura. Per ognuna di esse vengono associati lo studio dei dati corologici ed ecologici (substrato, umidità, ph, luce, life strategy, life forms, growth forms, human impact), i cui valori, per una migliore comparazione sono riportati anche in percentuale. Sono state utilizzate le monografie di Cortini Pedrotti (2001; 2006) per i muschi e, Smith (1990) e Paton (1999) per le epatiche. Gli exsiccata sono stati inseriti in Herbarium CAG della Sezione Botanica ed Orto Botanico del Dipartimento di Scienze della Vita e dell'Ambiente dell'Università di Cagliari. Per i dati corologici è stato adottato lo Smith (2004) e Dull (1983, 1984, 1985, 1992) e i dati distributivi sulla base delle affinità sono stati assemblati in 12 gruppi principali. Per i dati ecologici sono stati usati il Dierssen (2001) e il Dull (1992). Per la life forms sono stati adottati Magdefrau (1982) e Hill *et al.*, (2007) per la life strategy During (1979). Per la

determinazione delle forme biologiche, nello studio relativo agli indici sperimentali, si è seguito Mägdefrau (1982). Le entità reperite nella presente indagine sono state riportate in ordine alfabetico in un prospetto generale (Tab. 1) nel quale per ognuna sono indicate le caratteristiche ecologiche.

RAGGRUPPAMENTO DEGLI ELEMENTI COROLOGICI:

ARTICO-ALPINE

(circumpol-arct-mont, circumpol-bor-arct-mont, circumpol-south-temp, circumpol-wide-temp, circumpol-temp)

BOREALE

(circumpol-wide-bor, circumpol-bor-mont, circumpol-bor-temp)

SUBBOREALE

(subbor-mont)

CONTINENTALE

(euras-bor-temp, euras-bor-mont, europ-bor-mont, euras-south-temp, eurosib-south-temp)

MEDITERRANEO

(med, med-mont)

SUBMEDITERRANEO

(submed, submed-subatlant)

SUBMEDITERRANEO-SUBOCEANICO

(med-atlant, med-suboc)

OCEANICO

(oc-south-temp)

OCEANICO-MEDITERRANEO

(oc-med, suboc-med, suboc-submed)

SUBOCEANICO

(suboc-temp, suboc-bor-temp, suboc-mont)

TEMPERATO

(temp-bor, south-temp, europ-south-temp, europ-bor-temp, europ-wide-temp, europ-temp)

COSMOPOLITA

Le analisi sono state tutte condotte a livello di siti (nove); per l'analisi della ricchezza floristica sono stati utilizzati metodi di statistica univariata classica (analisi della varianza ad una via, ANOVA) per verificare le differenze significative tra gli stagni temporanei rilevati in tutto il territorio regionale; per analizzare il variare della ricchezza delle briofite negli stagni temporanei indagati in relazione ai fattori ambientali come l'altitudine, la geologia, la dimensione e la profondità degli stagni, la copertura vegetale. Per l'analisi delle differenze tra gli stagni temporanei rilevati in tutto il territorio regionale in termini di composizione floristica e per verificare la relazione con altri fattori (dimensione pauli e copertura vegetale) è stata applicata l'analisi per le specie indicatrici (Dufrêne & Legendre, 1997)

Per l'analisi della ricchezza floristica in relazione alla variabilità stagionale della disponibilità d'acqua sono state applicate analisi di statistica univariata (ANOVA) e l'analisi per le specie indicatrici (Dufrêne & Legendre, 1997).

INDICATOR VALUE

L'*Indicator Value (IndVal)* con il metodo (Dufrêne and Legendre 1997) è utilizzato per mettere in evidenza eventuali relazioni esistenti tra specie e habitat è stato utilizzato l'*Indicator Value*. Questa procedura valuta statisticamente la specificità e la fedeltà di ciascuna specie all'interno degli habitat studiati. L'*Indicator Value* combina la relativa abbondanza di una specie (specificity) con la relativa frequenza con la quale ogni specie compare nel gruppo dei siti considerati (fidelity). Queste due componenti sono strettamente associate, in quanto un *Indicator Species* per essere definita come la più caratteristica di un'area deve essere trovata soprattutto in quella area ed essere presente nella maggior parte dei siti appartenenti a quella area. Di conseguenza se una specie è stata trovata con una elevata presenza in un singolo sito di un'area e solamente in quella area, si può concludere che la specie ha una elevata specificità per quella area ma non può essere considerata come un *Indicator Species*. Alternativamente se una specie è presente in tutti i siti di un'area ma con una abbondanza relativamente bassa, possiamo concludere che ha un'alta fedeltà per quella area ma non può essere considerata come un *Indicator Species*. Il valore *IndVal* di una certa specie è massimo (100) quando tutti gli individui della specie vengono censiti in un unico ambiente (alta specificità) e quando la specie ricorre in tutti i campioni di quella ambiente (alta fedeltà). La significatività statistica del valore p^* viene calcolata attraverso il Monte Carlo Randomization test. ($0.001 < p^* < 0.05$).

ANOVA ANALISI DELLA VARIANZA AD UNA VIA

Quando si ha una sola variabile dipendente e una sola variabile indipendente.

L'analisi della varianza è un metodo sviluppato da Fisher, che è fondamentale per l'interpretazione statistica di molti dati biologici ed è alla base di molti disegni sperimentali. Il principio alla base di questo test è quello di stabilire se due o più medie campionarie possono derivare da popolazioni che hanno la stessa media parametrica.

L'ipotesi nulla assume che tutti i gruppi derivino dalla stessa popolazione e che quindi la varianza calcolata tra gruppi e quella calcolata entro gruppi siano uguali in quanto stime della stessa varianza della popolazione.

Per mettere in rilievo le differenze tra tutti i siti sottoposti ad indagine, sono state fatte delle elaborazioni statistiche confrontando tutti i parametri considerati: ricchezza floristica, il numero totale dei pauli, i siti, la relativa dimensione, copertura vegetale, natura del substrato, e la profondità massima raggiunta dall'acqua durante la fase di sommersione. Per la significatività ($p < 0.05$) sono stati usati i test non parametrici di comparazione multipla Tukey HSD (Tukey Honestly Significant Difference Test HDS) e la Correlazione di Spearman: si tratta di una variante del test di

correlazione di Pearson: si applica quando ogni valore in sé non è tanto importante quanto la sua situazione rispetto agli altri.

SCHEDA 1

Denominazione

Altopiano della Campeda

Provincia

Sassari-Nuoro

Comune

Bolotana, Bortigali, Macomer, Sindia, Silanus.

Coordinate

UTM 32S 475921 4461094

Tipologia:

paludi/acquitrini ad allagamento stagionale

Estensione

55 ha

Altitudine media

650 m

Descrizione ambientale

Come tutti i Sic della Sardegna anche il Sic "Altopiano di Campeda" (cod ITB 021101) appartiene alla Regione Biogeografia Mediterranea. L'area di studio è inserita nei fogli 494 IV Semestene e 498 III Macomer dell'Istituto Geografico Militare Italiano, nelle carte aggiornate al 1999 e riguarda un'area di complessivi 4668 ettari delimitati a Nord e Nord Ovest con il corso del fiume Temo, a Sud con una parte della strada statale 129bis e sul lato orientale con la SS 131, nella parte più a Sud e con un tratto delle Ferrovie dello Stato nel tratto della stazione "Campeda". L'altitudine varia da 550 m s.l.m. (punto in località Ponte Oinu, limite Nord/Ovest del Psic), fino alla punta più alta di 724 m s.l.m. (Monte Manzanu, nell'area Sud/Est del sito). Nonostante la sua altitudine media di 650 m.s.l.m. è notoriamente una delle zone più fredde e nevose della Sardegna e si presenta come un territorio estremamente omogeneo dal punto di vista paesaggistico essendo composto per l'86% da steppa. Arrigoni (1968) riporta diverse classificazioni climatiche e bioclimatiche per la stazione di Macomer. Secondo la classificazione bioclimatica di Emberger la stazione di Macomer ricade nel bioclima Mediterraneo subumido. Mentre in base allo schema bioclimatico di Giacobbe, ricade nel tipo semiarido del sottoclima Mediterraneo Temperato. Secondo la classificazione del Rubner, modificata da De Philippis, Macomer ricade nel clima di collina, zona calda. In rapporto alla classificazione fitoclimatica di Pavari, Macomer rientra nella sottozona media della zona del *Lauretum*. Macomer presenta tre mesi aridi estivi e tre mesi invernali da considerare come freddi. Arrigoni (1968), dopo aver elaborato gli indici relativi alle classificazioni di cui sopra, realizza una carta fitoclimatica della Sardegna e classifica le stazioni termo-pluviometriche in rapporto alla vegetazione climax e Macomer è inclusa nel climax delle foreste mesofite di *Quercus ilex*. I dati utilizzati per la caratterizzazione climatica dell'Area SIC, sono stati forniti dal SAR (Servizio Agrometeorologico Regionale) e le stazioni di rilevazione sono quelle di Campeda e Macomer. Il periodo usato dal SAR per il calcolo della climatologia è il trentennio 1961-1990, che corrisponde al trentennio più recente indicato dall'Organizzazione Meteorologica Mondiale (OMM/WMO) quale riferimento convenzionale per le analisi ed i confronti climatologici (Climatological normals "CLINO" for the period 1961-1968, pubblicazione del mondo del WMO N.847 del 1996). Dai dati del SAR si evince come si possa passare dai 32,9°C medi di Luglio/Agosto ai 4,1°C medi del mese di Gennaio. Per quanto riguarda le precipitazioni al di sopra dei 400-500 m s.l.m. è frequente che le primaverili eguaglino o superino quelle autunnali (Pinna, 1954). Le precipitazioni al di sopra dei 800 m s.l.m. possono avere, nei mesi invernali, carattere nevoso. Il carattere geomorfologico è quello tipico degli altipiani basaltici, ad andamento pianeggiante per la presenza di diverse colate sovrapposte, talora intercalate da livelli argilloso-cineritici. Gli stagni temporanei che si formano entro tali depressioni presentano profondità minima. L'ambiente vegetale della Campeda è dato

soprattutto da popolamenti erbacei del tipo *Cynosurus sp.*; nelle zone più acquitrinose appare l'*Isoieton*, mentre sia in primavera che in estate lungo i corsi d'acqua si formano lunghissime praterie bianche di *Ranunculus aquatilis*. Sono presenti boschi misti a roverella e sughera, relativamente alle zone del Sassarese, Anglona, Logudoro e Campeda sono state descritte come ass. *Quercetum congestae-suberis*. Per la sua derivazione dalla degradazione di precedenti leccete, questa associazione è stata ascritta alla classe delle garighe acidofile *Cisto-Lavanduletea*. (Massoli-Novelli *et al.*, 2009). Sull'altopiano basaltico è stato individuato e sottoposto ad indagine un solo stagno temporaneo. Il pauli è di media dimensione, presenta una scarsa copertura vegetale, e in primavera e in estate si formano praterie bianche di *Ranunculus acquatilis*. Il sito presenta una abbondante petrosità e risulta sottoposto a pascolo equino.

Norme Di tutela

L'altopiano della Campeda è inserito nella Rete Natura 2000 con SIC ITB021101.

I principali elementi di criticità in questo SIC sono legati allo scarso spessore dei suoli, alla rocciosità, pietrosità e a tratti alla morfologia. Il sovrapascolamento può portare al compattamento e all'eutrofizzazione dei suoli e, unitamente agli incendi, all'erosione. L'idromorfia che caratterizza vaste superfici, dovuta all'impermeabilità dello strato roccioso sottostante, dal punto di vista ambientale rappresenta un elemento di pregio piuttosto che di criticità, dal momento che favorisce la formazione dei pauli (Habitat 3170*). Può rappresentare invece un fattore limitante per le attività agricole.

SCHEDA 2

Denominazione

Altopiano della Giara di Gesturi

Provincia

Oristano

Comuni

Gesturi, Setzu, Tuili, Genuri, Sini, Gonnosnò, Assolo, Albagiara e Genoni.

Coordinate

UTM 32S 462876 4400100

Tipologia

paludi/acquitrini ad allagamento stagionale

Estensione

42 kmq

Altitudine media

530m

Descrizione ambientale

La Giara di Gesturi, situata nella Sardegna centro-meridionale al confine tra la bassa Marmilla ed il Sarcidano, è un altopiano basaltico di forma grossolanamente ellissoidale con l'asse maggiore disposto NW-SE. L'estensione della sua superficie risulta approssimativamente di 42 kmq con una quota media di 550 m. strutturalmente l'altopiano può essere diviso in due settori, caratterizzati da quote diverse, in ognuno dei quali si ritrova un alto morfologico vagamente conico attribuibile ad un centro di emissione: M.te Zeppara Manna (m 580 s.l.m.) ad ovest e M.te Zeppareda (m 609 s.l.m.) ad est. In quest'ultimo i caratteri genetici sono meglio conservati, riconoscendosi una morfologia craterica con una depressione centrale imbutiforme entro la quale si rinviene abbondante materiale scoriaceo. A M.te Zeppara Manna la cinta craterica non è più riconoscibile; l'abbondanza di materiale vacuolare e la frequenza di xenoliti basici ed ultrabasici, spesso di notevoli dimensioni, suggerisce anche per esso la genesi predetta. I basalti di copertura, presenti in diverse colate, sono caratterizzati da una buona permeabilità per fessurazione che aumenta in prossimità dei centri di emissione di M.te Zeppara Manna e M.te Zeppareda. Tale permeabilità viene limitata dalla presenza di argille in zone depresse dell'altopiano, oltre che da paleosuoli a matrice argillosa interposti, talvolta, tra le diverse colate. Queste locali impermeabilizzazioni determinano sia i ristagni d'acqua dei "paulis" sia la presenza di alcune sorgenti, con portate discontinue e limitate, sull'altopiano stesso. (Marchi *et al.*, 1989) Non essendoci sopra la Giara stazioni termopluviometriche sono stati utilizzati i dati riguardanti tre stazioni, situate ai limiti di tale area e più esattamente: Sarcidano (699 m s.l.m.) a N/E, Mandas (491 m s.l.m.) a S/E e Ales (167 m s.l.m.) a W. Tali dati, pubblicati negli Annali Idrologici del Servizio Idrografico del Ministero dei LL.PP., coprono un periodo di osservazione di 30 anni (1951-1980) sia per le precipitazioni che per le temperature, con l'esclusione della stazione di Ales di cui sono disponibili i dati termometrici a partire dal 1970. L'andamento pluviometrico stagionale è caratterizzato in tutte le stazioni da un minimo di piovosità estiva e da un massimo autunno-invernale. La quantità di precipitazioni medie annue va da 744,5 mm (Mandas) a 805,0 mm (Ales). Nell'altopiano sono frequenti le precipitazioni nevose; pur rientrando nel macroclima mediterraneo per le estati calde e aride e per gli inverni miti e piovosi, le tre stazioni presentano differenze nei parametri climatici: tutte le stazioni rientrano nel clima di tipo Mesomediterraneo (It = 200-360); Mandas presenta il valore intermedio di It = 289, mentre il Sarcidano (It = 239) si sposta verso il tipo Supramediterraneo (It = 70-200) e Ales (It = 305) verso il Termomediterraneo (It = 360-470). I dati floristici come riportati in bibliografia, confermano il carattere di forte mediterraneità in generale, e in particolare la componente mediterranea viene espressa dal 32% di entità Steno-Medit. (o area dell'olivo) e da circa il 24% di entità Euri-Medit. (o area della vite). La occidentalità della Giara è assicurata inoltre dal 10% circa

di specie Steno-Medit. Occidentali, mentre la sua autonomia è indicata dalle specie endemiche (3,1%). La presenza di entità non mediterranee che esprimono dati sul degrado ambientale, sulla presenza di avifauna migratoria, specialmente nei pauli, e sulla rigidità invernale di alcune nicchie microclimatiche. (Mossa *et al.* 1989). Per quanto riguarda i caratteri termo-pluviometrici le precipitazioni, rilevate nelle stazioni pluviometriche più prossime, per periodi di osservazione dai 20 ai 50 anni, aumentano mediamente a circa 750 mm/anno e sono concentrate nel periodo novembre-marzo, con un massimo a dicembre ed una leggera flessione a gennaio. La temperatura media annua, riferita alla stazione termopluviometrica del Sarcidano, è di 19.6°C con massimi di 24°C nei mesi di luglio ed agosto e minimi di circa 6°C a gennaio. Durante i periodi umido e secco le precipitazioni prevalgono sull'evapotraspirazione e viceversa. L'evapotraspirazione costituisce mediamente il 55% degli apporti, favorita dai dominanti venti di maestro. (Marchi *et al.* 1989). Da alcuni anni il riscaldamento globale ha causato una continua diminuzione della piovosità ed ora nel periodo estivo i pauli sono completamente asciutti, obbligando i gestori dell'area protetta per alcuni mesi a portare quotidianamente acqua ai cavallini con autocarri dagli abitati sottostanti.

La vegetazione prevalente dell'altopiano è data dalla macchia mediterranea e da moltissime sughere. Abbondanti nelle radure i popolamenti erbacei del tipo *Cynosurus sp.*; nelle zone più acquitrinose compare l'*Isoieton*, mentre in primavera e in estate si formano praterie bianche di *Ranunculus acuatilis*. (Massoli-Novelli *et al.* 2009). Sull'altopiano sono stati indagati 19 pauli, suddivisi secondo le dimensioni in grandi (6), medi (9), e piccoli (4).

Norme di tutela

La zona rientra nelle aree Rete Natura 2000 con il SIC ITB001112, ed è tutelata come Parco naturale regionale.

Il rischio maggiore è dato dal citato disseccamento provocato dai cambiamenti climatici in atto.

SCHEDA 3

Denominazione

Altopiano di Capo Frasca

Provincia

Oristano

Comune

S. Antonio di Santadi

Coordinate

UTM 32S 453159 4401171

Tipologia

paludi ad allagamento stagionale

Estensione

18 ha complessivi

Altitudine

94 m s.l.m

Descrizione ambientale

Il piccolo altopiano o Giara di Capo Frasca, estremità meridionale del Golfo di Oristano, è uno dei numerosi pianori di basalto, e quindi di origine vulcanica, che si sono formati sulla superficie della Sardegna durante il Quaternario. Il promontorio di Capo della Frasca era ad iniziare dagli anni 50, un Poligono di tiro dell'aeronautica Militare: vi conducevano esercitazioni di tiro ogni giorno i caccia italiani e quelli della NATO di stanza nell'aeroporto di Decimomannu (Massoli-Novelli 2009).

Ha una superficie di 16 km², uno sviluppo costiero di 17 km e raggiunge l'altezza massima, 94 m s.l.m., nei pressi della stazione meteorologica. È incluso nel Foglio 217 dell' I.G.M.e, più precisamente, fa parte delle tavolette III N.O.(Capo della Frasca) e III S.O. (S. Antonio di Santadi).. La termopluviometria mette in evidenza come i mesi più freddi siano Gennaio e Febbraio (con una minima assoluta di -5°C registrata nel Gennaio del 1963), mentre quelli più caldi sono Luglio e Agosto, durante i quali la temperatura massima giornaliera supera frequentemente i 40°C. Le precipitazioni, comprese tra 330 (1967) e 792 mm (1979) e con una media annua di 562 mm, sono distribuite in circa 70 giorni piovosi. Luglio è il mese che presenta il minor numero di giorni piovosi e la quantità più bassa di precipitazioni, mentre in Novembre e Dicembre cadono circa 1/3 delle precipitazioni medie annuali. (in Bocchieri *et al.*, 1988). Secondo Pinna (1954) il clima di Capo Frasca rientra nel tipo temperato-caldo che, interessando gran parte dell'isola, influenza il Campidano centrale, la Valle del Tirso, quasi tutta la Sardegna settentrionale e una larga fascia del tirrenico. Per quanto riguarda le poche ricerche floristiche condotte su questo altopiano, si deve a Bocchieri *et al.*, (1992) l'identificazione di 517 entità spontanee suddivise in 76 famiglie e 297 generi. Le famiglie più numerose sono: *Compositae* (63 specie), *Graminaceae* (61 specie), *Leguminose* (51 specie); particolarmente ricche risultano anche: *Liliaceae* (24 specie), *Caryophyllaceae* (23 specie) e *Umbelliferae* (20 specie).

Lo spettro biologico mette in evidenza il carattere mediterraneo di questa flora. La forma biologica dominante, con oltre il 50%, è costituita dalle Terofite (51.7%) che sono indicatrici di una notevole aridità estiva e individuano il "clima delle Terofite" di Raunkiaer (1934), tipico delle zone desertiche subtropicali e, con carattere mitigato dell' Italia peninsulare ed insulare. L'attenuazione di un clima così critico è legato alla buona percentuale di Emicriptofite (18.8%), che sono indicatrici di un clima temperato e temperato freddo. Anche le Geofite sono ben rappresentate e con il 13,6% individuano un certo degrado del territorio. Mentre per quanto riguarda la vegetazione tipica dei pauli è importante l'elevato numero di Idrofite: *Isoetes*, *Ranunculus*, *Lythrum*, *Juncus* e *Scirpus*; inoltre vivono nei pauli o ai bordi di essi *Illecebrum verticillatum* L., *Eryngium barellieri* Boiss., *Apium crassipes* (Koch) Rchb., *Cicendia filiformis* (L.) Delarbre, *Myosotis sicula* Guss.,

Callitriche stagnalis Scop., *Baldellia ranunculoides* (L.) Parl., *Glyceria placata* (Fries) Fries e *Antinoria insularis* Parl.

Quando il livello dell'acqua raggiunge i valori massimi, nell'ambito di alcuni pauli è possibile individuare e riconoscere sia uno strato di vegetazione sommersa che natante. Lo strato sommerso è costituito da poche specie rappresentate da *Miryophyllum spicatum* L., *Callitriche truncata* Guss., *Chara tormentosa* L., *Zannichellia palustris* L., e *Isoetes tiguliana* Gennari. Per quanto riguarda lo strato natante le specie in questo caso sono più numerose e contribuiscono, nel periodo di massima fioritura, a caratterizzare il paesaggio di tali ambienti. Sono particolarmente diffuse *Ranunculus aquatilis* L., *Ranunculus trichophyllus* Chaix, *Ranunculus saniculifolius* Viv. e *Callitriche stagnalis* Scop. Tra queste specie emergono anche *Elocharis palustris* (L.) R. & S., *Glyceria placata* (Fries) Fries, *Lythrum borystenicum* (Schränk) Litv., *Damasonium alisma* Miller, *Alisma plantago-aquatica* L., *Baldellia ranunculoides* (L.) Parl. ed *Eryngium barrelieri* Boiss. Verso i bordi dei pauli e dove la profondità dell'acqua è estremamente limitata sono presenti specie che in Sardegna non hanno un'ampia diffusione ma sono annoverate tra le endemiche; è il caso di *Isoetes duriei* Bory, *Ranunculus cordiger* Vivian subsp. *diffusus* (Moris) Arrigoni, *Apium crassipes* (Koch) Rchb., *Crassula vaillantii* (Willd.) Roth (Bocchieri *et al.* 1992). Sull'altopiano sono stati individuati due pauli di media dimensione, di cui uno su substrato roccioso di natura basaltica il quale presenta copertura vegetale a macchia, mentre l'altro su suolo sabbioso ha una scarsa copertura vegetale. Nel sito è stata rilevata la presenza di pascolo bovino.

Norme di tutela

La zona non rientrando nella Rete Natura 2000 non è tutelata da specifiche norme di protezione.

Il vincolo militare tuttavia protegge notevolmente i due siti. Esiste comunque il rischio che i cambiamenti climatici possano inaridire le zone umide.

SCHEDA 4

Denominazione

Catena del Marghine-Goceano

Provincia

SS-NU

Comune

Bolotana, Bortigali, Lei, Silanus, (NU); Anela, Bono, Bottida, Bultei, Burgos, Esporlatu, Illorai, Nughedu di S. Nicolò, Pattada (SS).

Coordinate

UTM 32T 484427 4464771

Tipologia

paludi ad allagamento stagionale

Estensione

32850 ha

Altitudine valori Max/min

1025m/258m

Descrizione ambientale

La catena del Marghine è interessata da substrati prevalentemente vulcanici, in modo particolare dominano le rioliti acide oligo-mioceniche, alle quali sono associate caratteristiche morfologiche a cuestas evidenti soprattutto a monte Santo Padre. Le altitudini superano di frequente i 1000 m s.l.m. e raggiungono i 1200 a P.ta Palai (Bolotana). A quote più basse nel settore settentrionale assumono importanza i substrati basaltici più recenti (plio-pleistocenici), come nella zona di Badde Salighes. A questi sono associate tipologie di altopiani. Dal punto di vista naturalistico è segnatamente da quello botanico, costituisce uno dei complessi più interessanti della Sardegna. Le peculiarità botaniche sono legate a diversi fattori e principalmente:

alla variabilità delle condizioni climatiche che mutano radicalmente dal versante Nord più freddo, umido e piovoso, al versante Sud, più caldo meno piovoso e complessivamente più arido soprattutto in relazione ai diversi dislivelli. Questo comporta diverse tipologie di clima, pur restando sempre in ambito climatico mediterraneo. Di substrato geologico (prevalentemente ingnimbriti di natura andesitica e basaltica, graniti, qualche affioramento di origine calcarea, alluvioni quaternarie o prequaternarie alle pendici del complesso montuoso) che permette il formarsi di molteplici ambienti sia a livello di larga scala sia su piccole estensioni; alla morfologia (strapiombi di diverse centinaia di metri, incisioni fluviali, avvallamenti, altipiani e depressioni che danno origine a zone umide) molto varia. La ricchezza della flora ed in particolare di quella endemica, messa in evidenza dai contributi di Arrigoni, Camarda, Corrias, Diana-Corrias, Valsecchi, e la peculiarità di formazioni forestali relitte, di origine terziaria, costituite da tasso e agrifoglio indagate da Desole, rappresentano un patrimonio unico. Nelle zone temporaneamente inondate si ha una flora ed una vegetazione igrofila unica nelle montagne sarde a base di salici (*Salix atrocinerea* Brot.), agrifoglio (*Ilex aquifolium* L.), sambuco (*Sambucus nigra* L.), si rinvencono evonimo (*Euonymus europaeus* L.), il rarissimo endemismo *Ribes sandalioticum* (Arrig.) Arrig. e tra le felci esemplari pluricentenari dell'arcaica *Osmunda regalis* L.; Ma il biotopo più interessante è certamente il complesso delle cascate della forra di Mularza Noa, dove si rinviene una flora legnosa particolarmente ricca con esemplari millenari di tasso (*Taxus baccata* L.) a portamento abiettoide, agrifogli di taglia eccezionale, ciliegio selvatico (*Prunus avium* (L.) L.), ciavardello (*Sorbus torminalis* (L.) Crantz), rarissimi in Sardegna, bagolaro (*Celtis australis* L.), oltre alle piante arboree ed arbustive già citate precedentemente, leccio (*Quercus ilex* L.) e roverella (*Quercus pubescens* Willd.). (Camarda 1986). Sull'altopiano sono stati indagati due pauli, entrambi di medie dimensioni. Entrambi presentano una copertura vegetale a macchia, e stata individuata la presenza di pascolo bovino.

Norme di tutela

Inserito nella Rete natura 2000 con il SIC ITB 011102.

I principali elementi di criticità in questo SIC sono legati alla forti pendenze, agli affioramenti rocciosi, al costante e diffuso pericolo di erosione. Questo viene amplificato dagli incendi boschivi, dal sovrapascolamento e dalle abbondanti precipitazioni autunno-invernali che seguono alla siccità estiva tipica dei climi mediterranei.

SCHEDA 5

Denominazione

Altopiano di Abbasanta-Rio Siddu e Media valle del Tirso

Provincia

Oristano

Coordinate

UTM 32S 4440915 484460

Tipologia

paludi ad allagamento stagionale

Estensione

8999.00 ha

Altitudine valori Max/Min

300 m/50 m

Descrizione ambientale

L'altopiano è di origine vulcanica (trachite) successivamente ricoperto da colate basaltiche, delimitato ad ovest dal complesso montano del Montiferru e a nord dalla catena del Marghine, mentre a sud degrada verso la piana dell'alto Campidano e ad est confina con l'area collinare del Barigadu.

L'area è caratterizzata dalla presenza di vaste superfici a olivastro (Habitat 9320 Foreste di *Olea e Ceratonia*) presente nelle forme più evolute di vegetazione forestale ed arbustiva, che si alternano ad ambienti steppici (Habitat 6220 "Percorsi substeppici di graminacee e piante annue di *Thero-Brachipodietea*) e praterie erbacee" (Habitat 6440 "Praterie umide mediterranee con piante erbacee alte del *Molinio-Holoschoenion*) e a macchia mediterranea" (con prevalenza di mirto e lentischio) interessate da attività di pascolo, soprattutto bovino. La valle è in parte occupata dall'importante lago artificiale Omodeo.

Nell'altopiano è ben rappresentata anche la sughera (Habitat 9330 "Foreste di *Quercus suber*") che occupa le superfici pianeggianti, anche se le formazioni forestali di questa specie sono quasi ovunque scomparse e convertite a pascolo alberato (dehesa). La coltivazione della sughera e l'estrazione del sughero non rappresentano attualmente un settore di rilevanza economica per l'area. Significativa sull'altopiano la presenza dei stagni temporanei ad essiccamento estivo (Habitat 3170* Stagni temporanei mediterranei, d'interesse prioritario per l'Unione Europea), nei quali si sviluppano comunità vegetali azonali caratterizzate dalla presenza di alcune specie vegetali di grande interesse biogeografico ed importanza conservazionistica. Questi stagni un tempo interessavano una superficie molto ampia, mentre oggi molti di essi sono stati modificati da opere di drenaggio per recuperare terreni pianeggianti da destinare al pascolo. Sull'altopiano sono stati indagati tre pauli, uno su substrato sabbioso di piccola dimensione, gli altri due di dimensioni medie su roccia basaltica. Il sito presenta una copertura vegetale a macchia ed è stata individuata la presenza di pascolo bovino.

Qualità e importanza

Il sito rappresenta una delle poche località in Sardegna in cui sono presenti formazioni a *Laurus nobilis* habitat prioritario della Direttiva 92/43 CEE. Zona di riproduzione della Gallina prataiola.

Norme di tutela

L'area è inserita nella Rete Natura 2000 con il SIC ITB 031104 che comprende oltre all'Altopiano di Abbasanta anche la zona denominata come Media Valle del Tirso-Rio Siddu.

Vulnerabilità

Pressione antropica (incendi e conversione di praterie in colture estensive).
(Natura 2000 Data Form).

SCHEDA 6

Denominazione

Complesso forestale Monte Arci.

Provincia

Oristano

Comuni

Villaurbana, Ales, Pau, Morgongiori, Logoro, Uras.

Coordinate

UTM 32S 478613 4411139

Tipologia

paludi ad allagamento stagionale

Estensione

14400 ha

Altitudine valori Max/min

812m/795m

Descrizione ambientale

Il massiccio dell'Arci è costituito da depositi lavici e piroclastici prodotti in più fasi, in un arco di tempo compreso tra l'Oligocene e il Pleistocene. L'accumulo di tali depositi ha dato luogo ad un rilievo di aspetto simile ai classici vulcani a scudo. I tipi di roccia (litotipi) presenti, vanno dalle andesiti basaltiche, fino ai termini opposti della serie: basalti e rioliti dalle caratteristiche meccaniche molto variabili. Intercalate, all'interno delle facies strettamente piroclastiche, si trovano l'ossidiana e la perlite in gran quantità, tanto da costituire, come è accaduto nel passato, depositi di grande interesse per l'uomo, l'Ossidiana, sfruttati anche recentemente in alcune cave (la Perlite).

Le Trebine, sia la "Lada" che la "Longa", sono state generate da materiali vulcanici che rimasero intrappolati, probabilmente a causa della mancata alimentazione o dell'intasamento della bocca soprastante, all'interno del condotto che dal serbatoio magmatico li emetteva in superficie (il camino vulcanico). Esse affiorarono in seguito a processi erosivi differenziali. Sono basalti della fase terminale dell'attività vulcanica, gli stessi che costituiscono i pianori dell'Arci stesso, il Pranu Santa Lucia (Usellus) e le più ben famose Giare (Gesturi) che, proprio dalle Trebine, si possono osservare verso i settori SSE. Come nei tanti altri e diversi affioramenti rocciosi la "vita" è limitata a vegetali ed animali che hanno sviluppato particolari meccanismi di adattamento ad un'esistenza estremamente dura, ecco perché le Trebine (neck) si possono considerare degli ambienti molto speciali. Per la caratterizzazione climatica si sono utilizzati i dati della stazione termo-pluviometrica di Ales (135m s.l.m.) che sono, con buona approssimazione, indicatori del clima per il versante orientale. Per integrare, completare e confrontare i dati ottenuti dalla stazione sopraddetta, si sono utilizzati anche quelli della stazione termo-pluviometrica di Santa Giusta (10 m s.l.m.), che possono dare un'idea del clima del versante occidentale, nelle sue parti più basse e più prossime al mare. I dati di queste due stazioni sono stati estratti dagli *Annali Idrologici del Servizio Idrografico del Ministero LL.PP.* coprono un arco di tempo di 30 anni (1951-1980), ad eccezione dei valori termometrici di Ales, disponibili solo dal 1970. L'andamento pluviometrico stagionale è caratterizzato in entrambe le stazioni da un minimo di piovosità estiva e da un massimo autunno-invernale. La quantità di precipitazioni medie annue va da 604 (Santa Giusta) a 805 mm (Ales), distribuiti in entrambe le stazioni in 75 giorni piovosi. A queste vanno aggiunte le precipitazioni nevose, occasionali nelle parti più basse in particolare nel versante occidentale e frequenti nel versante orientale e nelle zone alte, dove possono perdurare per alcuni giorni. Le temperature medie annue oscillano intorno ai 17° (Santa Giusta) e 15°C (Ales); il mese più freddo è Gennaio con una temperatura media di 7,5° (Ales) e 10.0°C (Santa Giusta), mentre quello più caldo, con una temperatura media di 24,4°C per entrambe le stazioni, risulta essere Luglio per Ales e Agosto per

Santa Giusta. Il clima di entrambe le stazioni ricade nel tipo subumido, nelle sue varianti fredda (Ales) e temperata (Santa Giusta). L'intensità e la frequenza dei venti, il ruscellamento delle acque, le variazioni di temperatura, la mancanza dei suoli sono fattori che hanno limitato la presenza di vegetali selezionandoli in virtù della loro resistenza.

Ne sono la prova i rari lecci a portamento arbustivo, la presenza di pulvini di lentisco e di fillirea scolpiti dal vento, sottili cotiche vegetali costituite da licheni e muschi, specie erbacee e/o arbustive che affondano le loro radici nelle fessure e nelle spaccature ove minimi ristagni idrici e micro suoli sono i presupposti indispensabili perché pochissime piante possono pionerizzare superfici davvero difficili (ambienti estremi). Che gli affioramenti rocciosi, come i due "neck", siano ambienti molto speciali lo dimostra la presenza dell'*Arenaria balearica*, della *Silene nodulosa*, della *Teesdalia coronopifolia*, del *Sedum villosum* e quello *glandulosum*, della *Vicia cracca*, dell'*Erodium maritimum*, del *Myosotis discolor*, del *Jasone montano*, del *Cirsum scabrum* e *giganteum*, dell'*Allium chemaemoly*, del *Pancratium illyricum*, della *Carex microcarpa* e dell'*Orchis longiconum*. Tutte piante che, oltre ad avere in comune la ridotta dimensione e l'elevata capacità di resistenza, spesso sono rare, relitte o endemiche (endemismi sardi e sardo/corsi).

Il bosco è la formazione vegetale più caratteristica ed evoluta del Monte Arci; alle maggiori altitudini domina il leccio ma si possono rinvenire anche boschi aperti di querce caducifoglie ove la specie dominante è la roverella molto più diffusa nei versanti orientali più freschi e piovosi. Stadi e fasi dinamici della copertura vegetale che si possono visualizzare attraverso le sue forme e la sua composizione e che prendono il nome di: Macchia mediterranea, di Gariga, di Prati-Pascoli, di Praterie, di Steppe e di Pseudosteppe. Nel sito sono stati individuati due pauli, uno di media dimensione in località Usellus, l'altro di piccola dimensione in località Villaurbana. Entrambi i pauli presentano copertura vegetale a macchia e il pascolo è rappresentato da ovini.

Norme di tutela

Nessuna.

SCHEDA 7

Denominazione

Altopiano Buddusò (Alta Gallura).

Provincia

Olbia-Tempio

Comune

Buddusò

Coordinate

UTM 32T 0527049 4490833

Tipologia

paludi ad allagamento stagionale

Estensione

1066 ha

Altitudine valore Max

793 m slm.

Descrizione ambientale

Tutto il territorio è di natura granitica, con morfologia di alta collina, caratterizzata da forme arrotondate proprie del batolite granitico della Gallura, da versanti con forti pendenze e da una elevata rocciosità affiorante. Il principale accesso al compendio è dalla Strada Statale n° 389 del Correboi al km. 45.500, da cui si dipartiva la vecchia strada comunale per Mamone, ora sostituita nel primo tratto da una comoda strada in terra battuta che porta in località Orunita, limite del compendio boschivo, da qui si dipartono una serie di piste forestali che servono tutto il comprensorio. Il maggior rilievo è rappresentato da Punta Pianedda, alto m. 985 s.l.m., dal quale si diparte una vasta pianura situata ad una quota media di 700 m. s.l.m.. La superficie ha comunque un andamento vario, con terreni in piano od in medio e/o forte pendenza con zone fortemente erose lunghe le rive dei corsi d'acqua. L'area è interessata dal batolite granitico della Gallura e dal relativo corteo filoniano appartenenti al ciclo magmatico Ercinico, caratterizzato da graniti grigio rosati biotitici, localmente passanti a granodioritici, in genere a grana eterogenea con prevalenza di elementi grossolani. Nel recente passato le aree pianeggianti o leggermente declivi, prive di soprassuolo boschivo con pendenza superiore al 25% sono state interessate da lavori di rimboschimento previa preparazione del terreno con scasso andante, a gradoni e buche o solo buche scavate meccanicamente. Su tali aree che ammontano a circa la metà dell'intero cantiere sono stati impiantati conifere e latifoglie. Tali piantagioni sono in buono stato di salute e già abbisognano dei primi interventi a carattere forestale. Una parte del territorio è ricoperto da un soprassuolo boschivo costituito da sughereta disetanea che fino a venti anni fa si trovava in fase di avanzata degradazione per via dei frequenti incendi e pascolo incontrollato; a ciò si è posto freno con interventi di ricostituzione boschiva che attraverso l'eliminazione delle piante senza avvenire e la rivivificazione delle ceppaie, la potatura di formazione per incrementare la produttività delle piante e migliorare le caratteristiche merceologiche delle piante da sughero, la decortica delle piante affrancate per consentire la ripresa produttiva, il rinfoltimento dove necessario, hanno consentito di invertire il processo degenerativo. Il territorio è di particolare interesse faunistico per la presenza dell'aquila reale. Tra le altre specie si segnala una buona densità di cinghiali, che trovano in questo territorio un habitat ottimale, sono abbondanti le volpi ed è inoltre presente la pernice, il colombaccio, la poiana, il gheppio, il picchio rosso maggiore e la ghiandaia. In questo altopiano è stato individuato un pauli di piccola dimensione con copertura vegetale a macchia. È stata individuata la presenza di pascolo bovino.

Norme di tutela

A partire dagli anni 80 è diventato Cantiere di rimboschimento a conifere e latifoglie. Dalla Ditta SARFOR. (Massoli-Novelli 2009).

SCHEDA 8

Denominazione

Altopiano di Monte Arcosu

Provincia

Cagliari

Comuni

Assemini, Capoterra, Decimomannu, Domus de Maria, Nuxis, Pula, Santadi, Sarroch, Siliqua, Teulada, Uta, Villa San Pietro, Villaspeciosa.

Coordinate

UTM 32S 486722 4331060

Tipologia

paludi ad allagamento stagionale

Estensione

3335300 ha

Altitudine valori Max/Min

948m/59m.

Descrizione ambientale

Le comunità vegetali del Sulcis sono state descritte in diversi lavori sia a carattere locale che provinciale e regionale, questi ultimi soprattutto in relazione a determinate tipologie vegetazionali. Il sito è caratterizzato da una netta prevalenza della vegetazione forestale climatofila (leccete e sugherete) ed edafoxerofila (oleeti e ginepreti), mentre la vegetazione forestale edafogrofila (per lo più ontaneti, saliceti, oleandreti) è limitata alle principali aste fluviali. È ampiamente rappresentata anche la vegetazione arbustiva sempreverde, spesso con cenosi di degradazione della vegetazione climatofila, oltre alle garighe e alle praterie (perenni ed annuali). Ancora relativamente poco nota, è la vegetazione azonale, costituita da cenosi rupicole e da vegetazione riparia. Sono presenti, in aree localizzate, alcune serie speciali, tra cui assumono rilevanza particolare le tassete. Il sito essendo situato nella parte Sud-Occidentale dell'Isola, presenta caratteri climatici peculiari sia per la posizione geografica, che per l'orografia e tutta l'area risente dei fenomeni meteorologici legati ai tipi di tempo di libeccio, ponente e maestrale. La vicinanza dei rilievi al mare, influisce in maniera rilevante sulle precipitazioni e sulle nebbie, specie quelle di pendio. Un ruolo fondamentale viene svolto anche dalla piana del Campidano che separa nettamente il Sulcis e l'Iglesiente dal resto della Sardegna, contribuendo alla peculiarità bioclimatologia della regione. Le precipitazioni presentano il tipico andamento dei climi Mediterranei con forti variazioni sia stagionali che annuali e con scostamenti sensibili dalla media. Si rileva la presenza di un semestre umido (Ottobre-Marzo) in cui cade circa il 75% dell'intera precipitazione annua ed un semestre secco (Aprile-Settembre) caratterizzato da precipitazioni modeste, praticamente assenti nel trimestre Giugno-Agosto. Nel lungo periodo si evidenzia la persistenza di periodi siccitosi, anche per 4-5 anni consecutivi, con precipitazioni al di sotto della media. La piovosità si concentra in genere tra l'autunno e l'inverno ed in primavera, con un periodo di minori precipitazioni invernali che correntemente prende il nome di "secche di gennaio" che rispecchia il regime pluviometrico sdoppiato già da tempo riconosciuto dai meteorologi (Arrigoni 1968). Tal fenomeno può avere una durata molto variabile o essere assente, in funzione dell'anticiclone freddo continentale, perciò anche nei mesi invernali possono aversi precipitazioni medie analoghe a quelle dei mesi autunnali e primaverili. Il paesaggio è granitico, e i rilievi granitici rappresentano più della metà dell'area montuosa. La presenza di profonde valli conferisce un aspetto montuoso all'area e i versanti granitici si distinguono per l'assenza di una copertura vegetale continua. Piano di Gestione Area pSIC "Area di Monte Arcosu" (2006). Nel sito sono stati individuati tre pauli (coordinate) di piccolissima dimensione, su substrato granitico con copertura vegetale a macchia. È stata rilevata presenza di pascolo bovino.

Norme di Tutela

Il Sito di Importanza Comunitaria (SIC) "Foresta di Monte Arcosu" è univocamente determinato dal Codice Natura 2000 di identificazione del sito ITB041105, così come indicato dal Decreto Ministeriale del 3 aprile 2000, ai sensi della Direttiva Habitat dell'Unione Europea (92/43/CEE) e della Direttiva Uccelli (79/409/CEE).

SCHEDA 9

Denominazione

Stagno temporaneo presso la strada statale SS 130

Provincia

Carbonia-Iglesias

Comuni

Iglesias-Domusnovas

Coordinate

UTM 32S 464081 4352001

Tipologia

Palude ad allagamento stagionale

Valore altitudinale

200 m

Descrizione ambientale

Il sito indagato rientra nella zona geografica del Sulcis- Iglesiente che complessivamente occupa un'area di circa 3700 kmq. Da un punto di vista geologico la zona è molto complessa. Per le precipitazioni la media mensile segue un andamento stagionale di tipo marcatamente mediterraneo, con piogge più abbondanti nel periodo invernale (ottobre-marzo), dove si concentrano in genere oltre la metà delle precipitazioni annue, e minime in quello estivo, con regime pluviometrico tipico del clima mediterraneo, con aridità estiva mediamente di tre mesi o superiore, come si verifica per il restante territorio isolano. Per quanto riguarda l'andamento annuo delle temperature nel Sulcis-Iglesiente, questo non si discosta significativamente dal resto del territorio isolano, anche se generalmente nelle zone costiere gli eccessi di caldo e di freddo vengono maggiormente attenuati rispetto alle aree interne dei complessi montuosi. La flora acquatica è data da popolamenti di *Potamogeton pectinata* e *P. crispa* tra le idrofite sommerse, mentre lungo la riva sono frequenti alberi di Salice, Ontano e Tamerice e gruppi di Tifa. (Massoli-Novelli *et al.* 2009).

Lo stagno temporaneo individuato e indagato si trova lungo la SS 130, tra gli abitati di Iglesias e Domusnovas, è di medie dimensioni su suolo prevalentemente argilloso/sabbioso. Il pauli presenta copertura vegetale erbacea, e non è stata rilevata presenza di pascolo.

Norme di Tutela

La zona non rientra nelle aree Rete Natura 2000, e non risulta tutelata da altre specifiche norme di protezione.

Il rischio maggiore è dato dalla siccità e dal disseccamento provocato dai cambiamenti climatici in atto.

TABELLA 1: VARIABILI RILEVATE PER CIASCUN SITO

Siti	Elenco pozze	ALT.	Dim.	Profondità	Tipo di vegetazione presente nel sito	Coordinate	Geologia
Altopiano della Giara di Gesturi SIC ITB 001112							
	Pauli Bartili	571 m.	grande	30 cm e oltre	Copertura arborea	UTM 32S 503944 4410554	Substrato basaltico
	Pauli Maiori de Josso	530 m.	grande	30 cm e oltre	Copertura arborea	UTM 32S 505390 4415858	Substrato basaltico
	Pauli Maricca (B3)	560 m.	grande	30 cm e oltre	Copertura arborea	UTM 32S 499729 4398730	Substrato basaltico
	Pauli Perdosu (B1)	560 m.	grande	30 cm e oltre	Copertura arborea	UTM 32S 500080 4398825	Substrato basaltico
	Pauli Oromeo (B2)	581 m.	grande	30 cm e oltre	Copertura arborea	UTM 32S 500407 4400160	Substrato basaltico
	Pauli Majori	573 m.	grande	30 cm e oltre	Copertura arborea	UTM 32S 501687 4408149	Substrato basaltico
	Pauli de Fenu	569 m.	medio	30 cm e oltre	Copertura arborea	UTM 32S 502260 4400904	Substrato basaltico
	Pauli Tramatzu	573 m.	medio	30 cm e oltre	Copertura arborea	UTM 32S 501331 4409228	Substrato basaltico
	Pauli Cerrobica	543 m.	medio	30 cm e oltre	Copertura arborea	UTM 32S 505490 4409322	Substrato basaltico
	Pauli Piccia	565 m.	piccolo	30 cm e oltre	Copertura arborea	UTM 32S 505343 4416136	Substrato basaltico
	Pauli Pedrasenta	572 m.	medio	30 cm e oltre	Copertura arborea	UTM 32S 503778 4410739	Substrato basaltico
	Pauli Salamessi	573 m.	medio	30 cm e oltre	Copertura arborea	UTM 32S 501711 4408118	Substrato basaltico
	Pauli M1	565 m.	medio	30 cm e oltre	Copertura arborea	UTM 32S 499864 4400064	Substrato basaltico
	Pauli M2	569 m.	medio	30 cm e oltre	Copertura arborea	UTM 32S 497213 4400427	Substrato basaltico
	Pauli M3	460 m.	medio	30 cm e oltre	Copertura arborea	UTM 32S 498895 4400643	Substrato basaltico
	Pauli S1	574 m.	piccolo	30 cm e oltre	Copertura arborea	UTM 32S 496047 4400605	Substrato basaltico
	Pauli S2	560 m.	piccolo	30 cm e oltre	Copertura arborea	UTM 32S 498759 4400499	Substrato basaltico
	Pauli S3	569 m.	piccolo	30 cm e oltre	Copertura arborea	UTM 32S 498778 4398860	Substrato basaltico
	Pauli Murdegu	580 m.	medio	30 cm e oltre	Copertura arborea	UTM 32S 503733 4401001	Substrato basaltico
Altopiano di Abbasanta-Paulilatino o Altopiano di Abbasanta-Rio Siddu e Media valle del Tirso SIC ITB 031104							
	Pauli 1/Pauli 1*	213 m.	medio	15 cm e oltre	Macchia bassa	UTM 32T 0486613 4430287	Substrato sabbioso
	Pauli 2/Pauli 2*	212 m.	medio	15 cm e oltre	Macchia bassa	UTM 32T 0486631 4430261	Substrato basaltico
	Pauli 3/Pauli 3*	217 m.	medio	30 cm e oltre	Macchia bassa	UTM 32T 0487368 4431449	Substrato basaltico
Altopiano di Monte Arci							
	Pauli Santa Lucia	436 m.	medio	15 cm e oltre	Macchia bassa	UTM 32S 454719 4468591	Substrato basaltico
	Pauli Pramallu	312 m.	piccolo#	15 cm e oltre	Macchia bassa	UTM 32S 0481021 4412249	Substrato basaltico
Altopiano di Capo Frasca							
	Pauli Mannu #	1 m.		30 cm e oltre	Suolo nudo	UTM 32S 445003 4418532	Substrato sabbioso
	Pauli 1#	73 m.		15 cm e oltre	Macchia bassa	UTM 32S 444705 4401750	Substrato basaltico
Altopiano di Campeda SIC ITB 021101							
	Pauli A/Campeda@	410 m.	piccolo	15 cm e oltre	Copertura erbacea bass	UTM 32S 475921 4461094	Substrato basaltico
Altopiano del Marghine-Goceano SIC ITB 011102							
	Pauli Monte Minerva	644 m.	medio	15 cm e oltre	Copertura erbacea alta	UTM 32S 460408 4474109	Substrato basaltico
	Pauli Punta Palai	1200 m.	medio	15 cm e oltre	Macchia bassa	UTM 32S 492924 4468458	Substrato basaltico
Buddusò							
	Pauli 1/Pauli 1*	630 m.	medio	15 cm e oltre	Macchia bassa	UTM 32S 0527049 4490833	Substrato granitico
Altopiano di Monte Arcosu SIC ITB 041105							
	Pauli B	602 m.	piccolissimo	30 cm e oltre	Macchia bassa	UTM 32S 492789 4322328	Substrato granitico
	Pauli D	602 m.	piccolissimo	15 cm e oltre	Macchia bassa	UTM 32S 498461 4320475	Substrato granitico
	Pauli E	602 m.	piccolissimo	15 cm e oltre	Macchia bassa	UTM 32S 497116 4324175	Substrato granitico
Iglesias-Domusnovas							
	Pauli 1/Pauli 1+	200 m.	piccolo	15 cm e oltre	Copertura erbacea alta	UTM 32S 464081 4352001	Substrato sabbioso/argilloso

FLORA BRIOFITICA

Abstract

In the Sardinian “pauli”, 141 taxa, (120 *Bryophyta*, 20 *Marchantiophyta* and one *Antocerothophyta*) were found. Only 24 taxa are common to all sites; a large number of species (23) occur only rarely. The bryophyte groups rich in entities of the genus *Riccia* are common in habitat categories “Mediterranean temporary ponds” (3170*) and “Oligotrophic waters containing very few minerals generally on sandy soils of the West Mediterranean with *Isoetes* ssp.” (3120) (Grillas *et al.* 2004). Among the Bryophytes collected, those most typically connected with such habitats are: *Archidium alternifolium*, *Ptychostomum pseudotriquetrum* and *Riccia sorocarpa*. *Petalophyllum ralfsii* is a liverwort included in the Red List of European Bryophytes (ECCB 1995) and is considered to be a vulnerable species.

INTRODUZIONE

L'indagine sulla flora briofitica in Sardegna ha avuto un significativo incremento nella seconda metà del secolo scorso dapprima ad opera di Cortini *et al.* (1964, 1965, 1966, 1980, 1985, 1995) e intensificatasi successivamente sia dal punto di vista floristico che fitogeografico con l'attività di ricerca di Cogoni *et al.* (1999, 2000a, 2000b, 2001; 2002; 2004a, 2004b, 2006a, 2006b, 2007, 2009a, 2009b, 2011a, 2011b, 2012); Aleffi *et al.* (1995b); Privitera *et al.* (1996); Flore *et al.* (2001); Schintu *et al.* (2005); Basile *et al.* (2008); Zedda *et al.* (2010); Ellis *et al.* (2012); L'importanza degli studi geobotanici assume particolare rilievo nell'ambito di aree protette, in quanto tale indagine permette di cogliere e di analizzare la ricchezza di specie e di habitat in aree in cui la biodiversità vegetale è di norma molto elevata, condizione che ordinariamente ricorre nelle aree protette, che vanno dai singoli biotopi, alle riserve naturali, ai Siti di Interesse Comunitario (SIC) e Zone di Protezione Speciale (ZPS) fino ai parchi regionali e nazionali. Lo studio geobotanico proposto in questo contributo ha per oggetto la componente briofitica degli stagni temporanei in Sardegna. Sulla base dell'analisi della letteratura specifica l'habitat "stagni temporaneamente inondati", (Habitat prioritario 3170*) non appare del tutto scoperto dal punto di vista delle conoscenze botaniche, soprattutto per quel che riguarda la flora vascolare. Diversi lavori sono stati condotti da Bagella *et al.* (2007; 2009a; 2009b; 2009c; 2010; 2011; 2012) mentre per quanto riguarda l'indagine sulla componente briofitica ad oggi gli unici contributi si devono a Cogoni *et al.* (2006a, 2009b). Tali lavori hanno riguardato gli stagni temporanei (*pauli*) della Giara di Gesturi in uno studio comparativo con alcuni "*mares temporaires*" della Corsica meridionale. Il presente studio parte proprio da questi contributi per poi estendere l'indagine ad alcuni altri dei numerosi siti della stessa tipologia dislocati in tutta l'isola. Lo studio condotto nell'area della Giara di Gesturi ha confermato la presenza delle entità reperite nel precedente lavoro e, al contempo, ha consentito di accertare alcuni nuovi interessanti rinvenimenti per il sito. Tra le riconferme più significative diverse entità appartenenti al genere *Riccia*: *R. bifurca*, *R. canaliculata*, *R. michelii*, *R. nigrella*, *R. sorocarpa* a cui si aggiunge *R. beyrichiana*. Altra nuova segnalazione: è il *Gongylanthus ericetorum*. Nel complesso le indagini condotte in altri siti hanno permesso di incrementare il numero di taxa del 58 % rispetto a quanto già conosciuto per questi habitat con il reperimento anche di due specie nuove per la Sardegna e di altre di particolare interesse fitogeografico. I cambiamenti climatici che si sono verificati nel corso degli ultimi cento anni, hanno causato la riduzione dell'idroperiodo degli stagni effimeri comportando degli effetti sulla fisionomia e sull'estensione spaziale della vegetazione in particolare per quella transitoria tra il centro e le cinture più esterne. La ricchezza delle specie cresce proporzionalmente all'aumentare del periodo di sommersione (Blaustein & Schwartz 2001; Beja & Alcazar 2003; Boix *et al.*, 2004; Eitam *et al.*, 2004; Nicolet *et al.*, 2004; Rhazi *et al.*, 2004) di conseguenza l'idroperiodo condiziona l'unicità e la diversità della

componente vegetale ma anche di quella animale (Wellborn *et al.*, 1996; Spencer *et al.*, 1999; Schwartz & Jenkins, 2000; Jakob *et al.*, 2003; Grillas *et al.*, 2004; Rhazi *et al.*, 2004). Da Casas *et al.* (1998) presso le "basses de l'Albera", (Alt Empordà, NE della Penisola Iberica), per la prima volta viene messa in evidenza la distribuzione delle Briofite distinguendo in base alle dimensioni degli stessi stagni e all'idroperiodo differenti cinture in accordo con il livello di umidità. In tabella 3, è riportata la distribuzione delle specie per le relative cinture. (per una descrizione più dettagliata delle cinture si rimanda al capitolo 5).

FLORA BRIOLOGICA CENSITA

È stata adottata la tassonomia più attuale che suddivide questo gruppo sistematico in tre Divisioni: *Bryophyta* (muschi), *Marchantiophyta* (epatiche) e *Anthocerotophyta* (antocerote). Nel complesso il contingente Briofitico campionato ammonta a 141 taxa di cui 120 *Bryophyta* che comprendono 55 generi e 23 famiglie, 20 *Marchantiophyta* comprendenti 10 generi e 9 famiglie e 1 *Anthocerotophyta*. Di seguito viene riportato l'elenco dei taxa ordinato secondo le tre Divisioni e con sequenza alfabetica delle famiglie (Tab.1). La nomenclatura segue Aleffi *et al.* (2008)

	FAMIGLIE	GENERI	SPECIE	SUBSPECIE	VARIETÀ	ENTITÀ TOTALI
BRYOPHYTA	23	55	108	/	2	120
MARCHANTIOPHYTA	9	10	20	/	/	20
ANTHOCEROTOPHYT A	1	1	1	/	/	1

Tabella 1: Quadro riassuntivo dei taxa

DIVISIONE BRYOPHYTA

Archidiaceae

Archidium alternifolium (Hedw.) Mitt.

Amblystegiaceae

Hygroamblystegium tenax (Hedw.) Jenn.

Leptodictyum riparium (Hedw.) Warnst.

Bartramiaceae

Bartramia pomiformis Hedw.

Bartramia stricta Brid.

Phylonothis arnelii Husn.

Phylonothis caespitosa Jur.

Brachytheciaceae

Brachythecium glareosum (Bruch ex Spruce) Schimp.

Brachythecium rutabulum (Hedw.) Schimp.

Brachythecium salebrosum (Hoffm. ex F. Weber & D. Mohr) Schimp

Brachythecium rivulare Schimp.

Brachytheciastrum velutinum (Hedw.) Ignatov & Huttunen var. *velutinum*

Eurhynchiastrum pulchellum (Hedw.) Ignatov & Huttunen

Homalothecium aureum (Spruce) H. Rob.

Homalothecium lutescens Hedw. H. Rob var. *lutescens*

Homalothecium sericeum (Hedw.) Scimp.
Kindbergia praelonga (Hedw.) Ochyra
Oxyrrhynchium hians (Hedw.) Loeske
Oxyrrhynchium speciosum (Brid.) Warnst.
Oxyrrhynchium pumilum (Wilson) Loeske
Platyhypnidium riparioides (Hedw.) Dixon
Pseudoscleropodium purum (Hedw.) M. Fleisch.
Rhynchostegiella curviseta (Brid.) Lindb.
Rhynchostegiella litorea (De Not.) Limpr.
Rhynchostegium confertum (Dicks.) Schimp.
Rhynchostegium megapolitanum (Blandow ex F. Weber & D.Mohr) Schimpr.
Scleropodium cespitans (Wilson ex Müll. Hal.) L.F.Koch
Scleropodium touretii (Brid.) L.F.Koch
Scorpiurium circinatum (Bruch) M. Fleisch. & Loeske
Scorpiurium deflexifolium (Solms) M. Fleisch & Loeske
Sciuro-hypnum populeum (Hedw). Ignatov & Huttunen

Bryaceae

Bryum alpinum Huds. ex Whith.
Bryum argenteum Hedw.
Bryum dichotomum Hedw.
Bryum elegans Nees
Bryum kunzei Hornsch.
Bryum gemmiparum De Not.
Bryum mildeanum Jur.
Bryum radiculosum Brid.
Bryum torquescens Bruch & Schimp.
Bryum turbinatum (Hedw.) Turner
Ptychostomum capillare Hedw. D.T. Holyoak & N. Pedersen
Ptychostomum compactum Hornsch
Ptychostomum donianum (Hedw.) D. T. Holyoak & N. Pedersen
Ptychostomum imbricatulum (Müll. Hal.) D.T. Holyoak & N. Pedersen
Ptychostomum pallens (Sw.) J. R. Spence
Ptychostomum pallescens (Schleich. Ex Schwagr.) J.R. Spence
Ptychostomum pseudotriquetrum (Hedw.) J.R. Spence & H.P. Ramsay var. *pseudotriquetrum*
Ptychostomum rubens (Mitt.) D. T. Holyoak & N. Pedersen

Calliergonaceae

Scorpidium revolvens (Sw. ex anon.) Rubers

Dicranaceae

Dicranella howei Ren.& Card.
Dicranella humilis R. Ruthe
Dicranella varia (Hedw.) Schimp
Dicranum majus Sm.
Dicranum polysetum Sw. ex anon.

Ditrichaceae

Distichium capillaceum (Hedw.) Bruch & Schimp.
Cheilothela chloropus (Brid.) Broth.

Encalyptaceae

Encalipta ciliata Hedw.

Fissidentaceae

Fissidens crispus Mont.

Fissidens ovatifolius R. Ruthe

Fissidens taxifolius Hedw. subsp. *taxifolius*

Fissidens viridulus (Sw. ex anon.) Wahlemb

Funariaceae

Funaria hygrometrica Hedw.

Grimmiaceae

Grimmia anodon Bruch & Schimp.

Grimmia laevigata (Brid.) Brid.

Grimmia lisae De Not.

Grimmia orbicularis Bruch ex Wilson

Grimmia pulvinata (Hedw.) Sm.

Grimmia trichophylla Grev.

Hypnaceae

Calliergonella cuspidata (Hedw.) Loeske

Hypnum andoi A.J.E. Sm.

Hypnum cupressiforme Hedw var. *cupressiforme*

Hypnum cupressiforme Hedw var. *resupinatum* (Taylor) Schimp.

Hypnum revolutum (Mitt.) Lindb. var. *revolutum*

Hypnum jutlandicum Holmen & E. Warncke

Lembophyllaceae

Isoetecium alopecuroides (Lam. ex Dubois) Isov.

Isoetecium myosuroides Brid.

Leucobryaceae

Campylopus pilifer Brid.

Leucodontaceae

Pterogonium gracile (Hedw.) Sm.

Mielichhoferiaceae

Epipterygium tozeri (Grev.) Lindb.

Pohlia elongata Hedw. var. *elongata*

Neckeraceae

Thamnobryum alopecurum (Hedw.) Gangulee

Orthotricaceae

Orthotrichum tenellum Bruch ex Brid.

Plagiotheciaceae

Plagiothecium denticulatum (Hedw.) Schimp. var. *denticulatum*

Pseudotaxiphyllum elegans (Brid.) Z. Iwats.

Polytrichaceae

Pogonatum nanum (Hedw.) P. Beauv.

Pottiaceae

Barbula convoluta Hedw.

Barbula unguiculata Hedw.

Dialytrichia mucronata (Brid.) Broth.

Didymodon fallax (Hedw.) R.H. Zander

Didymodon insulanus (De Not.) M.O. Hill

Didymodon luridus Hornsch.

Didymodon rigidulus Hedw.

Didymodon spadiceus (Mitt.) Limpr.

Didymodon vinealis (Brid.) R.H. Zander

Ephemerum minutissimum Lindb.

Ephemerum serratum (Hedw.) Hampe

Microbryum davallianum (Sm.) R. H. Zander

Pleurochaete squarrosa (Brid.) Lindb.

Pottiopsis caespitosa (Brid.) Blockeel & A. J. E. Sm

Pseudocrossidium hornschurchianum (Schultz) R.H. Zander

Syntrichia laevipila (Brid)

Syntrichia princes (De Not.) Mitt.

Syntrichia ruralis (Hedw.) F. Weber & D. Mohr var. *ruraliformis* (Besch.) Delogne

Syntrichia virescens (De Not.) Ochrya

Timmiella barbuloidea (Brid.) Monk.

Tortella flavovirens (Bruch) Broth. var. *flavovirens*

Tortella humilis (Hedw.) Jenn.

Tortella inflexa (Bruch) Broth.

Tortella nitida (Lindb.) Broth.

Tortella tortuosa (Hedw.) Limpr. var. *tortuosa*

Tortula marginata (Bruch & Schimp.) Spruce

Tortula modica R.H. Zander

Tortula muralis Hedw.

Tortula solmsii (Schimp.) Limpr.

Tortula subulata Hedw.

Tortula truncata (Hedw.) Mitt.

Trichostomum brachydontium Bruch

Trichostomum crispulum Bruch

Rabdoweisiaceae

Oncophorus virens (Hedw.) Brid

DIVISIONE MARCHANTIOPHYTA

Arnellaceae

Gongylantus ericetorum (Raddi) Nees

Cephaloziellaceae

Cephaloziella calyculata (Durieu & Mont.) Mull. Frib.

Conocephalaceae

Conocephalum conicum (L.) Dumort.

Corsiniaceae

Corsinia coriandrina Raddi

Fossombroniaceae

Fossombronia angulosa (Dicks.) Raddi

Fossombronia caespitiformis De Not. ex Rabenh. subsp. *caespitiformis*

Fossombronia pusilla (L.) Nees

Petalophyllum ralfsii (Wilson) Nees et Gottsche.

Frullaniaceae

Frullania dilatata (L.) Dumort.

Metzeriaceae

Metzgeria coniugata Lindb.

Ricciaceae

Riccia beyrichiana Hampe ex Lehm.

Riccia bifurca Hoffm.

Riccia canaliculata Hoffm.

Riccia crozalsii Levier

Riccia glauca L. var. *glauca*

Riccia huebeneriana Lindenb.

Riccia michelii Raddi

Riccia nigrella DC.

Riccia sorocarpa Bish. var. *sorocarpa*

Sphaerocarpaceae

Sphaerocarpus michelii Bellardi

DIVISIONE ANTOCEROTOPHYTA

Anthocerotaceae

Phaoceros laevis (L.) Prosk.

Al fine di mettere in evidenza affinità e/o specificità tra specie e i diversi siti si è analizzato quali e quanti taxa sono comuni alle pozze indagate. In tal senso sono comuni 24 taxa (17 *Bryophyta*, 7 *Marchantiophyta*) mentre 23 taxa (17 *Bryophyta*, 5 *Marchantiophyta* e 1 *Anthocerotophyta*) sono risultati meno frequenti.

TAXA COMUNI TRA I SITI

Archidium alternifolium (Hedw.) Mitt.
Brachythecium salebrosum (Hoffm. ex F. Weber & D. Mohr) Schimp
Bryum turbinatum (Hedw.) Turner
Cephaloziella calyculata (Durieu & Mont.) Mull. Frib.
Didymodon fallax (Hedw.) R.H. Zander
Fissidens crispus Mont.
Fossombronia caespitiformis De Not. ex Rabenh
Gongylantus ericetorum (Raddi) Nees
Grimmia pulvinata (Hedw.) Sm.
Hypnum jutlandicum Holmen & E. Warncke
Isothecium myosuroides Brid.
Kindbergia praelonga (Hedw.) Ochyra
Oxyrrhynchium pumilum (Wilson) Loeske
Ptychostomum compactum Hornsch
Ptychostomum pallens (Sw.) J. R. Spence
Ptychostomum pseudotriquetrum (Hedw.) J.R. Spence & H.P. Ramsay
Rhynchostegium confertum (Dicks.) Schimp.
Riccia canaliculata Hoffm.
Riccia crozalsii Levier
Riccia glauca L.
Riccia sorocarpa Bish.
Sciuro-hypnum populeum (Hedw). Ignatov & Huttunen
Syntrichia princeps (De Not.) Mitt.
Tortula subulata Hedw.

TAXA MENO FREQUENTI

Barbula unguiculata Hedw.
Bartramia pomiformis Hedw.
Brachythecium glareosum (Bruch ex Spruce) Schimp.
Bryum alpinum Huds. ex Whith.
Bryum kunzei Hornsch.
Cheilothela chloropus (Brid.) Broth.
Corsinia coriandrina Raddi
Dicranella howei Ren.& Card.
Dicranum majus Sm.
Dicranum polysetum Sw. ex anon.
Ephemerum minutissimum Lindb.
Microbryum davallianum (Sm.) R. H. Zande
Oncophorus virens (Hedw.) Brid
Petalophyllum ralfsii (Wilson) Nees et Gottsche.
Phaoceros laevis (L.) Prosk.
Pogonatum nanum (Hedw.) P. Beauv.

Riccia bifurca Hoffm
Riccia nigrella DC.
Scorpidium revolvens (Sw. ex anon.) Rubers
Scorpiurium circinatum (Bruch) M. Fleisch. & Loeske
Sphaerocarpus michelii Bellardi
Thamnobryum alopecurum (Hedw.) Gangulee
Timmiella barbuloidea (Brid.) Monk.

TAXA PATRIMONIALI

PETALOPHYLLUM RALFSII (Wils.) Nees & Gottsche

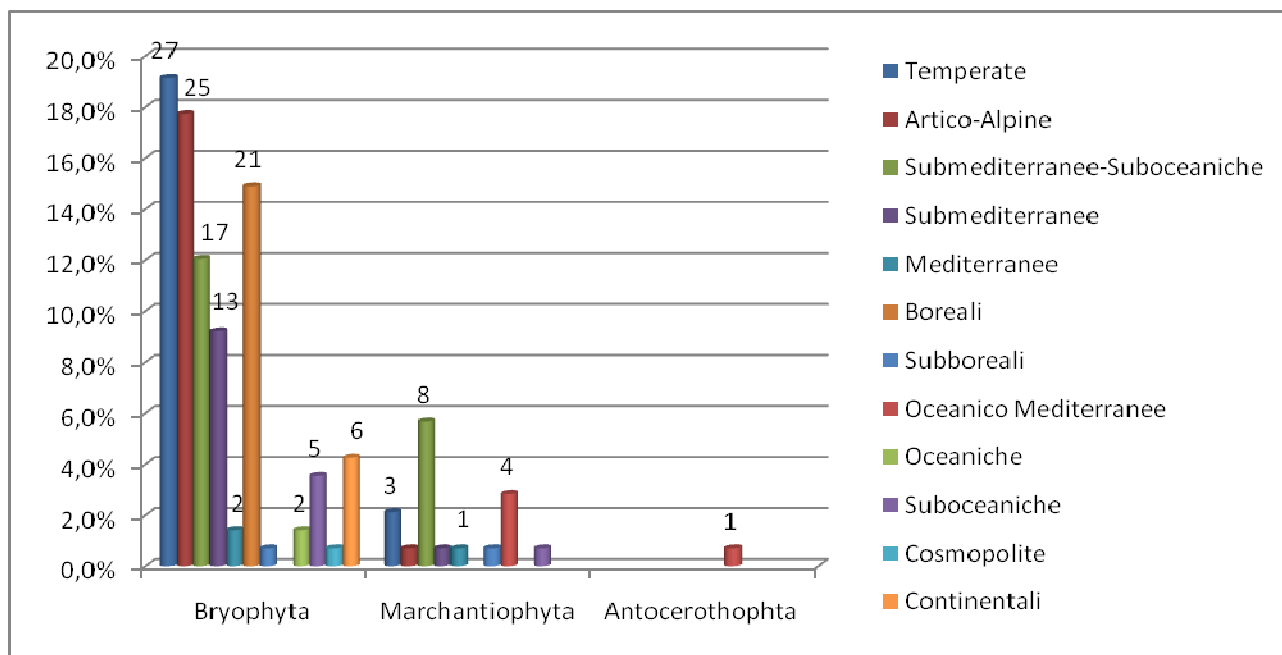
Tra le *Marchantiophyta*, è di particolare interesse il campionamento di *Petalophyllum ralfsii* (Wils.) Nees & Gottsche (*Marchantiopsida*, *Metzgeriales*, *Fossombroniaceae*). Si tratta di una epatica tallosa con talli solitari o gregari, verde pallido, semplici o ramificati, prostrati, ampi circa 2 cm; la superficie del tallo è provvista di lamelle erette più o meno inserite radialmente. Si sviluppa nel periodo primaverile, scompare durante l'estate quando la pianta sopravvive all'aridità mediante la produzione di spore che rimangono quiescenti nel terreno fino alla primavera successiva. La specie si sviluppa sui substrati umidi, sabbiosi degli stagni retrodunali in concomitanza con i periodi di pioggia, a quote comprese fra il livello del mare e i 200 mm. Per quanto riguarda la sua distribuzione è una specie oceanico- mediterranea, distribuita nella Regione Mediterranea, compresa Africa e Turchia; si estende al nord del Portogallo e ricompare lungo le coste europee dell'Atlantico, in Irlanda, Inghilterra, Galles e Scozia. È segnalata inoltre nel sud U.S.A. (Texas, Louisiana, Arkansas) (Aleffi & Cogoni 2008). In Italia la sua presenza è stata segnalata in 11 stazioni localizzate in: Toscana nell'Isola di Pianosa e al Monte Argentario (Sommier 1902); in Calabria presso Capo Suvero e Campagnano (Aleffi & Puntillo 1998); in diverse località della Sicilia: Isola di Linosa (Carratello & Aleffi 1999), Isola di Marettimo (Carratello 2001), Isola di Levanzo (Carratello 2007, *in litteris*), Isola di Lampedusa (Barsali 1908), Case Natoli e Poggio lu Rittu (Lo Giudice *et al.* 2004). Alcune di queste segnalazioni risalgono agli inizi del 1900 e non sono state successivamente riconfermate da nuove esplorazioni e raccolte e quindi la loro attuale consistenza andrebbe verificata soprattutto in considerazione dell'habitat estremamente delicato in cui la specie si sviluppa. A causa delle modalità spazio-temporali molto limitate di riproduzione sessuale della specie, non è possibile alcuna interazione con la popolazione globale. A questo si aggiunga che la specificità ecologica degli habitat di crescita riducono notevolmente la possibilità della specie di svilupparsi anche in aree contigue alle stazioni segnalate. Per cui la presenza della specie è strettamente legata alla sopravvivenza della stessa nelle stazioni fino ad oggi segnalate. A causa della fragilità dell'habitat e la sua peculiare ecologia, *P. ralfsii*, è potenzialmente minacciato da un gran numero di fattori che includono pressione turistica/ricreativa, rimozione o essiccazione del tallo a causa di prelievi d'acqua o di rimboschimento. In Europa la specie è inserita nella *European Bryophytes Red List* categoria VU secondo il criterio A (*declino di almeno il 20% nel corso degli ultimi 75 anni dedotto dall'osservazione diretta e dal declino dell'habitat*) (Hodgetts 2001). In Italia in base ai dati disponibili sono stati applicati i criteri di indicizzazione B e D della IUCN secondo cui *P. ralfsii* ricade nella categoria *Vulnerabile* VU D2 (Aleffi & Cogoni, 2008). In Sardegna per la prima volta è stata segnalata da Herzog (1905) presso S. Margherita, fra Pula e Cala d'Ostia. Successivamente fu ritenuta dubbia nell'Isola da Bischler e Jovet-Ast (1973). Solo recentemente è stata riconfermata la sua presenza in Sardegna da Cogoni *et al.* (2006). In base ai Criteri IUCN applicati al taxon, sebbene la specie sia tipicamente mediterranea e quindi le stazioni italiane siano localizzate al centro del suo areale di distribuzione, in Italia allo stato attuale delle conoscenze ha una distribuzione molto circoscritta essendo stata segnalata solo in 11 microstazioni molto distanti fra loro e minacciate sia dall'impatto antropico che dalla attività di drenaggio degli ambienti umidi in cui la specie cresce. La categoria di rischio è pertanto la Critically

Endangered (CR) per quanto riguarda la qualità dell'Habitat, essendo poi le popolazioni a distribuzione limitata la specie ricade nella categoria Vulnerable, (VU D2) (Aleffi & Cogoni 2007).

RISULTATI

DATI COROLOGICI E CARATTERISTICHE ECOLOGICHE:

Artico-Alpino	Circumpolar Arctic-Montane Circumpolar Boreal-Arctic Montane Circumpolar Southern-Temperate Circumpolar Temperate Circumpolar Wide-Temperate	26	18,4%
Boreale	Circumpolar Wide-Boreal Circumpolar Boreal Montane Circumpolar Boreal-Temperate	21	14,9%
Subboreale	Subboreal Montane	2	1,4%
Continentale	Eurasian Boreal-Temperate Eurasian Boreal-Montane European Boreal-Montane Eurasian Southern-Temperate Eurosiberian Southern-Temperate	6	4,3%
Mediterraneo	Mediterranean Mediterranean-Montane	3	2,1%
Submediterraneo	Submediterranean Submediterranean-Subatlantic	14	9,9%
Submediterraneo-Suboceanico	Mediterranean Atlantic Mediterranean Suboceanic	25	17,7%
Oceanico	Oceanic Southern-Temperate	1	0,7%
Oceanico-Mediterraneo	Oceanic Mediterranean Suboceanic-Mediterranean Suboceanic Submediterranean	6	3,5%
Suboceanico	Suboceanic Temperate Suboceanic Montane Suboceanic Boreal-Temperate	6	4,3%
Temperato	South Temperate Temperate Temperate-Boreal European Wide-Temperate European Boreal-Temperate European Southern-Temperate European Temperate	30	21,2%
Cosmopolitan	Cosmopolitan	1	0,7%



	Bryophyta	Marchantiophyta	Antocerothophyta
Temperate	19,1%	2,1%	
Artico-Alpine	17,7%	0,7%	
Submediterranean-Suboceaniche	12,1%	5,7%	
Submediterranean	9,2%	0,7%	
Mediterranean	1,4%	0,7%	
Boreali	14,9%		
Subboreali	0,7%	0,7%	
Oceanico Mediterranee		2,8%	0,7%
Oceaniche	1,4%		
Suboceaniche	3,5%	0,7%	
Cosmopolite	0,7%		
Continentali	4,3%		

FIGURA 1: SPETTRO COROLOGICO

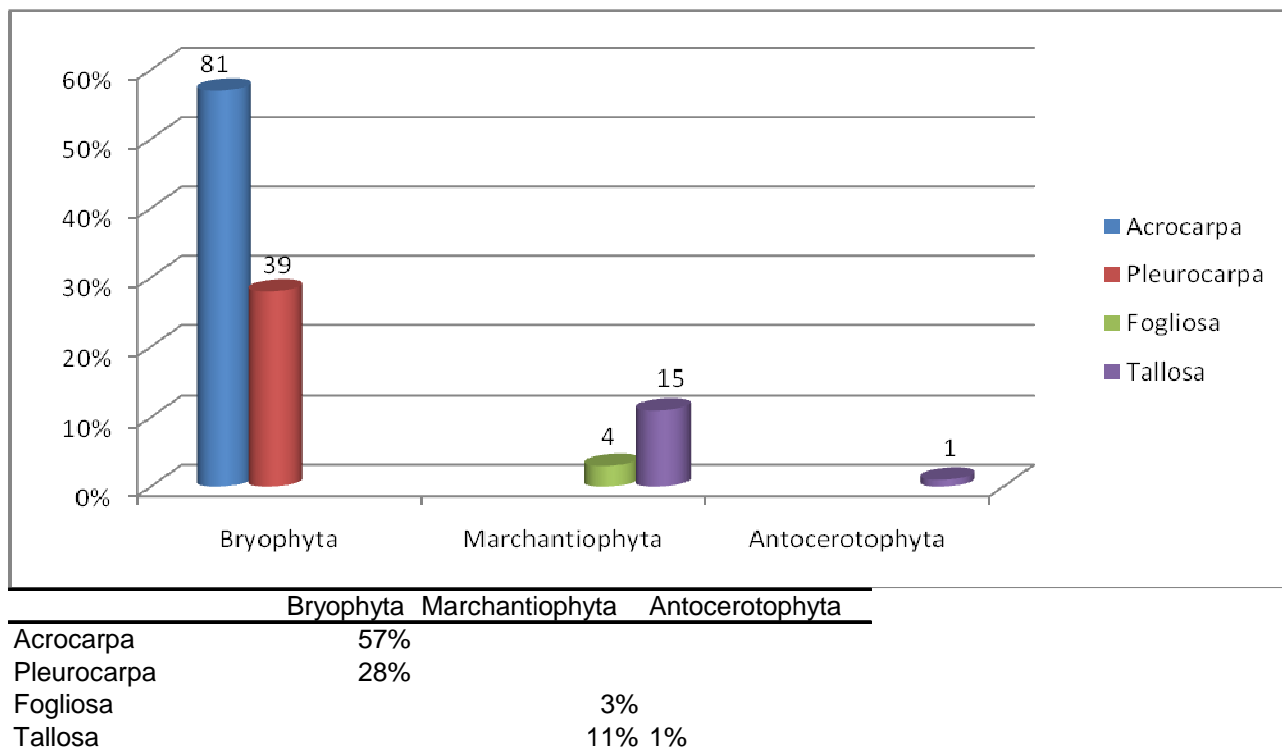


FIGURA 2: FORMA DI CRESCITA (GROWTH FORMS).

Il censimento della Brioflora delle zone umide ha portato al rinvenimento di 139 specie a cui sono da aggiungere (*Bryum dichotomum*, *Oxyrrhynchium hians*) specie riportate in bibliografia relative al sito Giara di Gesturi (Cogoni *et al.*, 2006; 2009) e non reperite in questa indagine. I 141 taxa censiti rappresentano circa il 30% dell'intero patrimonio Briofitico della Sardegna ed in particolare il 30,08% delle *Bryophyta*, 21,05% delle *Marchantiophyta* e il 25% delle *Anthocerotophyta* (1 sulle 4 specie presenti). In tabella 2 è riportata la percentuale delle famiglie dei muschi, delle epatiche e delle antocerote. Su un totale di 33 famiglie, 23 appartengono alla divisione *Bryophyta*, di cui le più numerose sono le *Pottiaceae* con il 24% delle specie totali, in cui prevalgono i generi (tabella 3), *Didymodon*, *Syntrichia*, e *Tortula*. A seguire, le *Brachytheciaceae* con il 12% rappresentate soprattutto dai generi *Brachythecium*, e *Rhynchostegium*, le *Bryaceae* con l'11% presenti con due soli generi (*Bryum* e *Ptychostomum*), e le *Grimmiaceae*, con il 5%, che grazie alla forma di crescita *cushions* e la presenza di peli ialini sono ben rappresentate sulle rocce estremamente soleggiate che spesso delimitano le pozze temporanee. La divisione delle *Marchantiophyta* comprende 9 famiglie e le *Ricciaceae* con il 5% sono le più numerose seguite dalle *Fossombroniaceae* con il 4%.

Per quanto concerne le *Growth forms* la componente muscinale acrocarpica (81 taxa, 67,5%) è dominante ed è costituita per quanto riguarda le *Life strategy*, per lo più da specie *colonist* (41 taxa, 34,2%) mentre tra i muschi pleurocarpici (39 taxa, 32,5%) la strategia di vita prevalente è costituita dalle *perennial* (38 entità, 31,6%). Le prime sono specie pioniere rappresentate la maggior parte dalle *Pottiaceae* (*Pleurochaete squarrosa*) e dalle *Bryaceae* (*Bryum dichotomum*) mentre fra le seconde sono comprese specie persistenti che tollerano le fluttuazioni tipiche di questi ambienti (*Scorpiurium deflexifolium*, *Scleropodium cespitans*, *Platyhypnidium riparioides*, *Leptodictyum riparium*). Tra le epatiche dominano le tallose e tra queste le *annual shuttle* tra cui sono comprese le *Ricciaceae*.

In riferimento all'analisi delle affinità ecologiche si rileva una maggiore percentuale di specie con tendenza acidofila (40%) tra cui *Archidium alternifolium* particolarmente legato a questi ambienti, così come tra le epatiche *Fossombronia caespitiformis* e *Riccia sorocarpa* (fig. 3) Le specie con tendenza igrofitica (38,2%) sono consistenti e tra queste, alcune in particolare, colonizzano le rocce periodicamente inondate come: *Platyhypnidium riparioides*, *Leptodictyum riparium*, *Thamnobryum alopecurum*, *Kindbergia praelonga* (fig. 4). Data l'esposizione degli stagni, nelle fasce più interne, sono abbondanti le specie fotofitiche (*photophytic* 33,3%) e numerose specie che pur essendo sciafile si adattano a condizioni di piena luce (*scio-photophytic* 37,6%). Mentre nella fascia più esterna vivono specie più strettamente sciafile (14,2%) che prediligono maggiormente zone ombreggiate da massi o come in alcuni siti (Giara di Gesturi, Monte Arci, Bolotana) dalla presenza lungo i bordi di formazioni boschive o arbustive sotto cui si rifuggiano come per esempio *Trichostomum brachydontium* e *Scleropodium touretii* specie tipiche della macchia e della gariga. (fig. 5). Nel complesso le specie campionate sono soprattutto terricole e epilitiche (*Platyhypnidium riparioides*, *Grimmia laevigata*, *G. lisae* e *G. pulvinata*), solo poche, più esigenti nel tipo di substrato ossifilo, sono umicole (*Bryum turbinatum* e *Oxyrrhynchium speciosum*) e pochissime corticicole (*Frullania dilatata*, *Isothecium alopecuroides*, *Oxyrrhynchium hians*, *Orthotrichum tenellum*) che vivono alla base di alberi temporaneamente sommersi. La cospicua percentuale di nitrofile si giustifica con la presenza di pressione pascolativa, soprattutto bovina ed equina. Per quanto riguarda le *Life forms* le più numerose sono le *Turf* (22,7%) caratteristici cespi a cuscino che si adattano insieme alle *short turf* o tappeti bassi (16,3%) alle condizioni di estrema aridità nei periodi più secchi. Questi habitat subiscono spesso consistenti pressioni pascolative che influiscono notevolmente sulla morfologia e sul dinamismo della vegetazione; l'impatto risulta più elevato nei siti: Capo Frasca, Marghine-Goceano, Monte Arcosu e Iglesias-Domusnovas. Il principale disturbo di questi habitat è costituito dal calpestio del bestiame che si reca ad abbeverarsi e che per alcune specie come le Riccie sembra favorirne l'insediamento. Infatti in accordo con la letteratura (Grillas *et al.* 2004) nel periodo in cui le pozze sono nella fase di secca tali epatiche si rifugiano all'interno

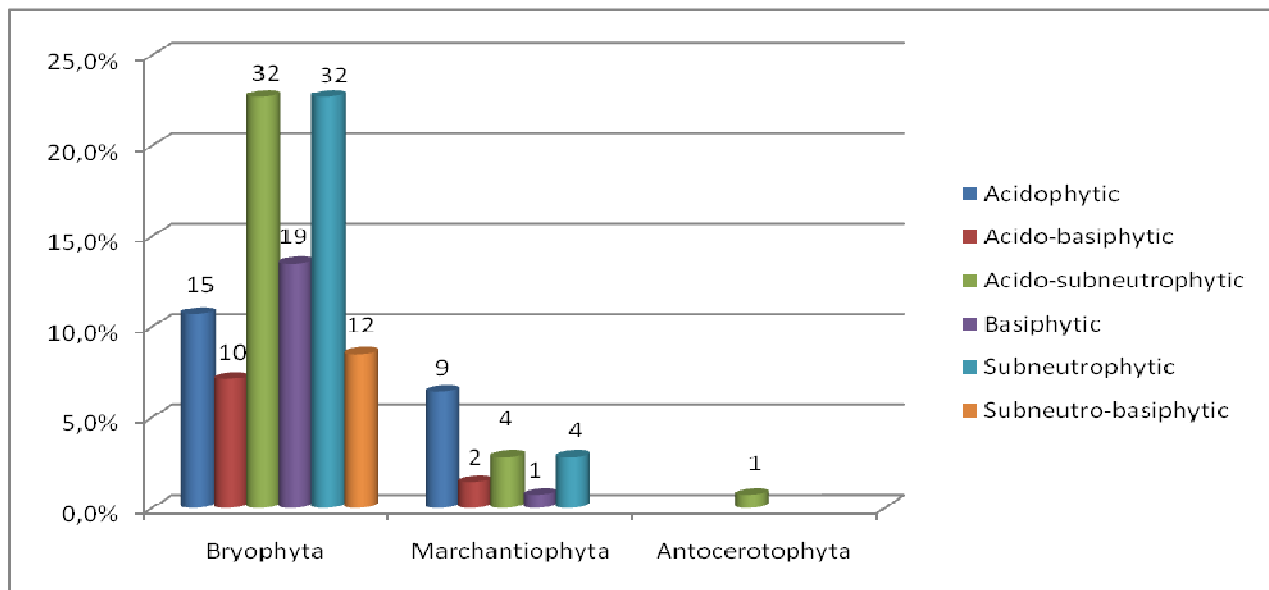
delle nicchie lasciate sul suolo umido dalle orme del bestiame mentre altre specie sono favorite dall'apertura di nuove breccie nella copertura vegetativa permettendo l'ulteriore colonizzazione del suolo da parte di specie pioniere (*Bryum* spp., *Trichostomum brachydontium*, ecc.). Tuttavia dal punto di vista emerobio (Fig. 8) dominano specie da sensibili a moderatamente tolleranti (aemerobie s.l. 42%, oligoemerobie s.l. 23,3%) ma si trovano anche specie fortemente tolleranti il grado di disturbo come alcuni taxa colonist (*Bryum radiculosum*, *Dicranella howei*, *Didymodon insulanus*, *Fissidens taxifolius*, ecc.) o perennial (*Scorpiurium circinatum*, *Ptychostomum rubens*, *Riccia glauca*, ecc) con *Life forms* prevalentemente *short turf* (Fig. 6).

Dall'elaborazione dei dati corologici (Fig. 1) si evince la dominanza delle specie appartenenti ai gruppi delle Temperate con il 21,2% seguite dalle Artico-Alpine 18,7%, dalle Submediterraneo-Suboceaniche con il 17,8% e dalle Boreali con il 14,9% mentre appare modesto il numero di specie con distribuzione Submediterranea e Mediterranea (rispettivamente 9,9% e 2,1%).

Una delle specie più frequenti e legata a questi ambienti è *Archidium alternifolium*, presente in 17 pauli. Si tratta di un muschio acrocarpico che cresce su suoli aperti, umidi, privi di disturbo e per lunghi periodi sommersi. E' una specie *Europea Sud-Temperata* con un ciclo di vita breve (*short-lived shuttle*) e con un alto forzo riproduttivo sessuale. Come *Archidium* altre specie paucipluriennali tipicamente legate a questi habitat sono *Corsinia coriandrina*, *Fissidens crispus*, *Ephemerum minutissimum*, *E. serratum* e le specie del genere *Riccia* che con la loro tipica rosetta "tappezzano" il suolo argilloso. Tra queste *Riccia huebeneriana* campionata nello stagno di Buddusò (630 m s.l.m) nella cintura interna su substrato argilloso con rocciosità affiorante, risulta nuova per la Sardegna. Questa epatica ha una distribuzione *Europea Sud-Temperata* e in Europa (Ros *et al.* 2007) è presente solo in Portogallo, Spagna e Francia mentre in Algeria non è stata confermata e in Marocco è segnalata dalla Bischler (2004) senza precisa località; in Italia è presente in sole due regioni (Trentino Alto-Adige e Toscana) (Aleffi *et al.* 2008). Un'altra specie nuova per la Sardegna è il muschio pleurocarpico *Hypnum revolutum* campionato presso lo stagno di Punta Palai (1200 m s.l.m. Bolotana) nella cintura esterna su substrato vulcanico con esposizione Nord. Il reperimento di questa specie è particolarmente importante dato che essa risulta essere in Italia presente solo nelle regioni settentrionali e quindi rappresenta il primo rinvenimento per la parte centro meridionale della Penisola.

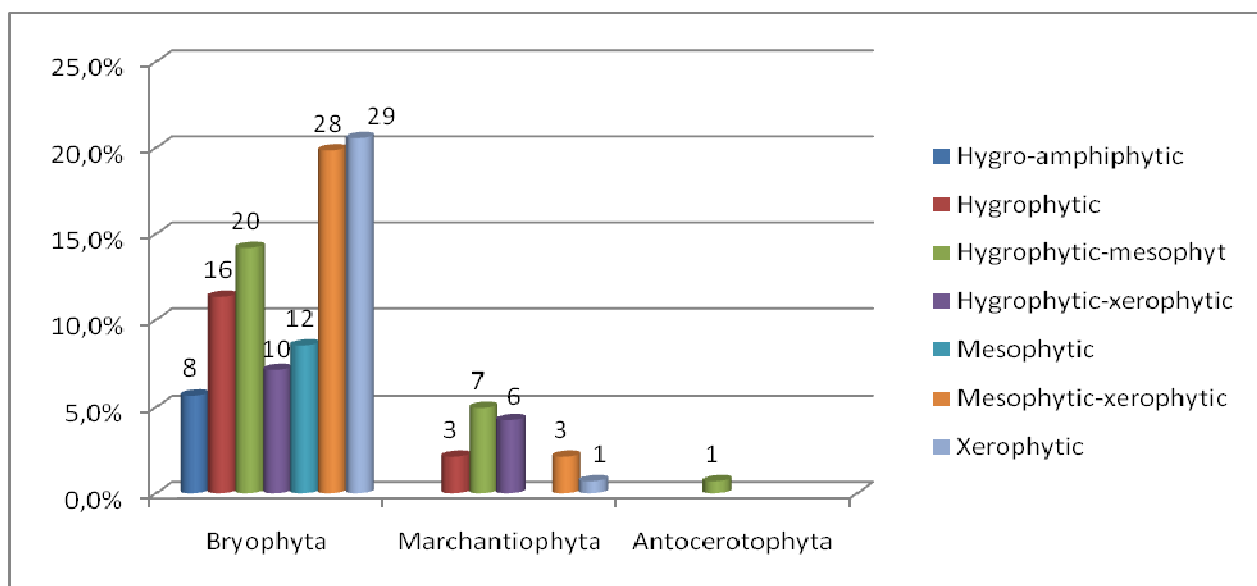
TABELLA 2: FAMIGLIE

Famiglie	%
Briophyta	
Amblystegiaceae	1%
Archidiaceae	1%
Bartramiaceae	3%
Brachytheciaceae	16%
Bryaceae	12%
Dicranaceae	3%
Ditricaceae	2%
Encalyptaceae	1%
Fissidentaceae	3%
Funariaceae	1%
Grimmiaceae	3%
Hypnaceae	3%
Lembophyllaceae	2%
Leucobryaceae	1%
Leucodontaceae	1%
Mielichhoferiaceae	2%
Neckeraceae	1%
Orthotrichaceae	1%
Plagiotheciaceae	2%
Polytrichaceae	1%
Pottiaceae	24%
Rabdoweisiaceae	1%
Timmiaceae	1%
Marchantiophyta	
Arnelliaceae	1%
Cephaloziellaceae	1%
Conocephalaceae	1%
Corsiniaceae	1%
Fossombroniaceae	3%
Frullaniaceae	1%
Metzgeriaceae	1%
Ricciaceae	6%
Sphaerocarpaceae	1%
Anthocerothophyta	
Anthocerotaceae	1%



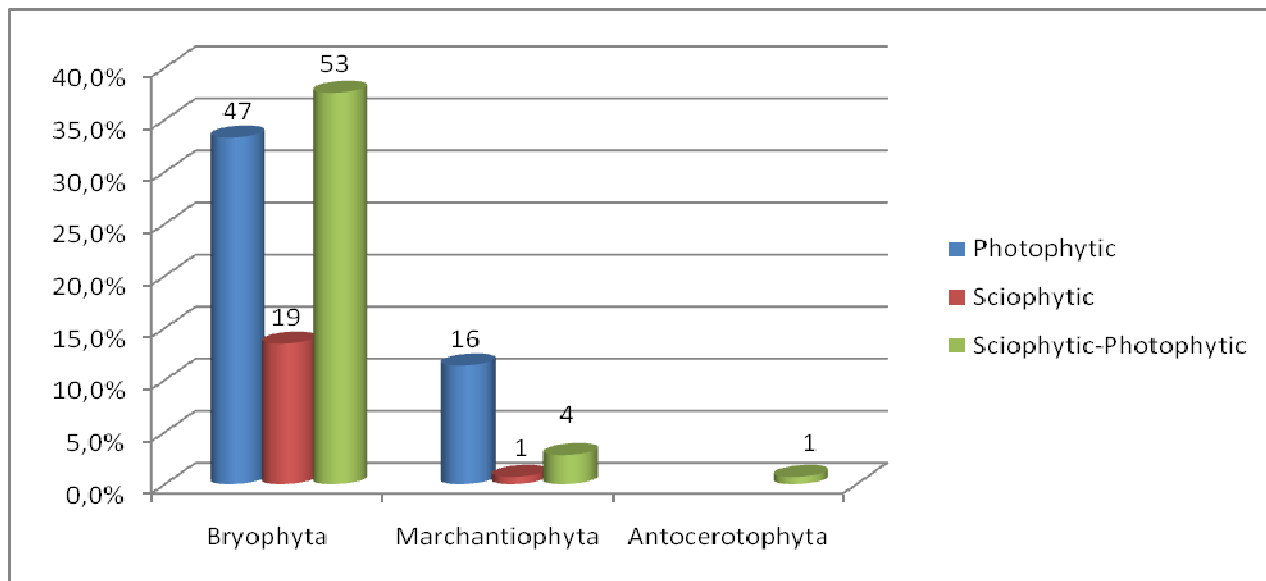
	Bryophyta	Marchantiophyta	Antocerotophyta
Acidophytic	10,7%	6,4%	
Acido-basiphytic	7,1%	1,4%	
Acido-subneutrophytic	22,7%	2,8%	0,7%
Basiphytic	13,5%	0,7%	
Subneutrophytic	22,7%	2,8%	
Subneutro-basiphytic	8,5%		

FIGURA 3: PH



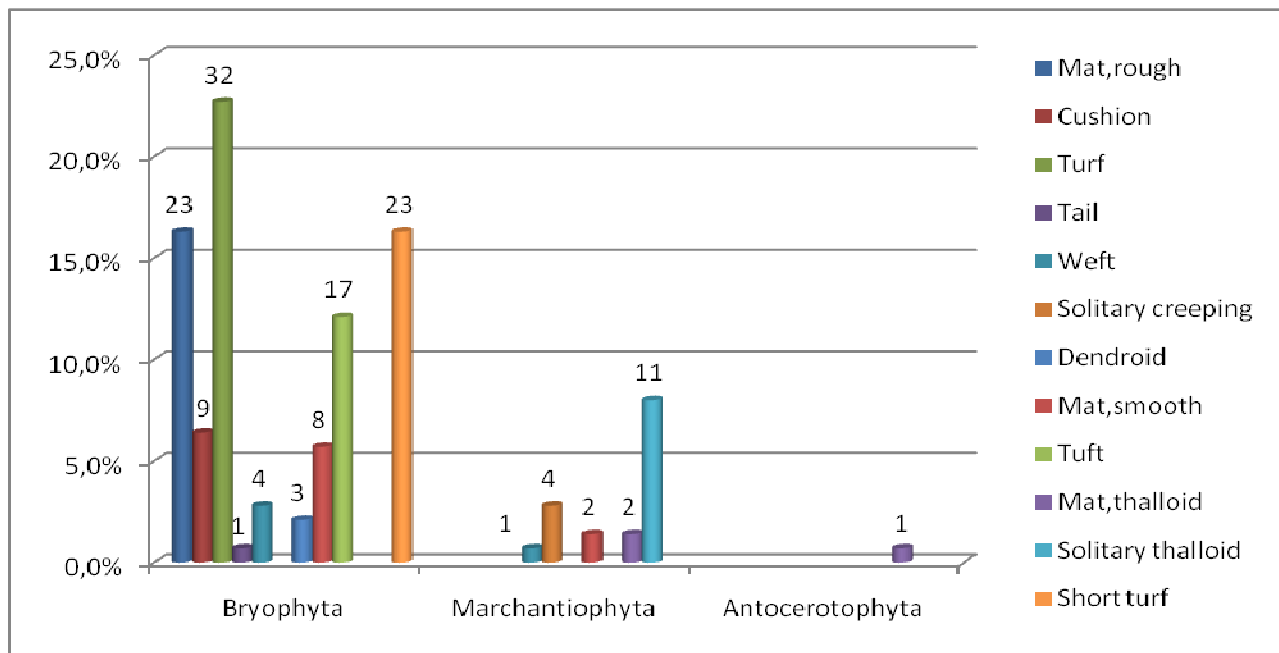
	Bryophyta	Marchantiophyta	Antocerotophyta
Hygro-amphiphytic	5,7%		
Hygrophytic	11,3%	2,1%	
Hygrophytic-mesophyt	14,2%	5,0%	0,7%
Hygrophytic-xerophytic	7,1%	4,3%	
Mesophytic	8,5%		
Mesophytic-xerophytic	19,9%	2,1%	
Xerophytic	20,6%	0,7%	

FIGURA 4: UMIDITÀ



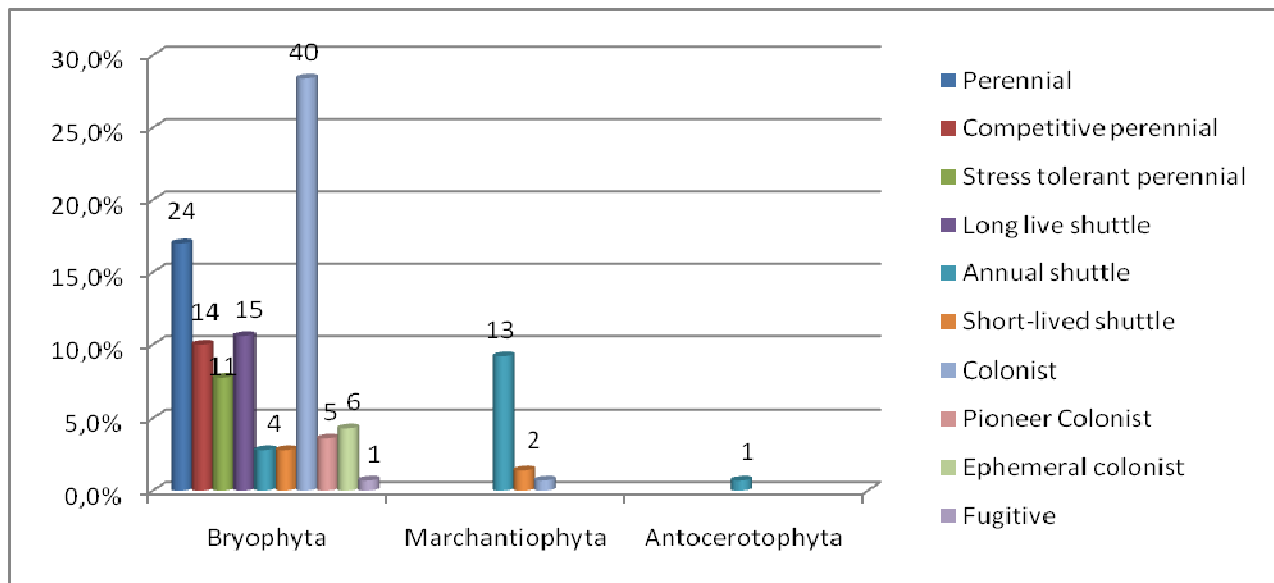
	Bryophyta	Marchantiophyta	Antocerotophyta
Photophytic	33,3%	11,4%	
Sciophytic	13,5%	0,7%	
Sciophytic-Photophytic	37,6%	2,8%	0,7%

FIGURA 5: LUCE



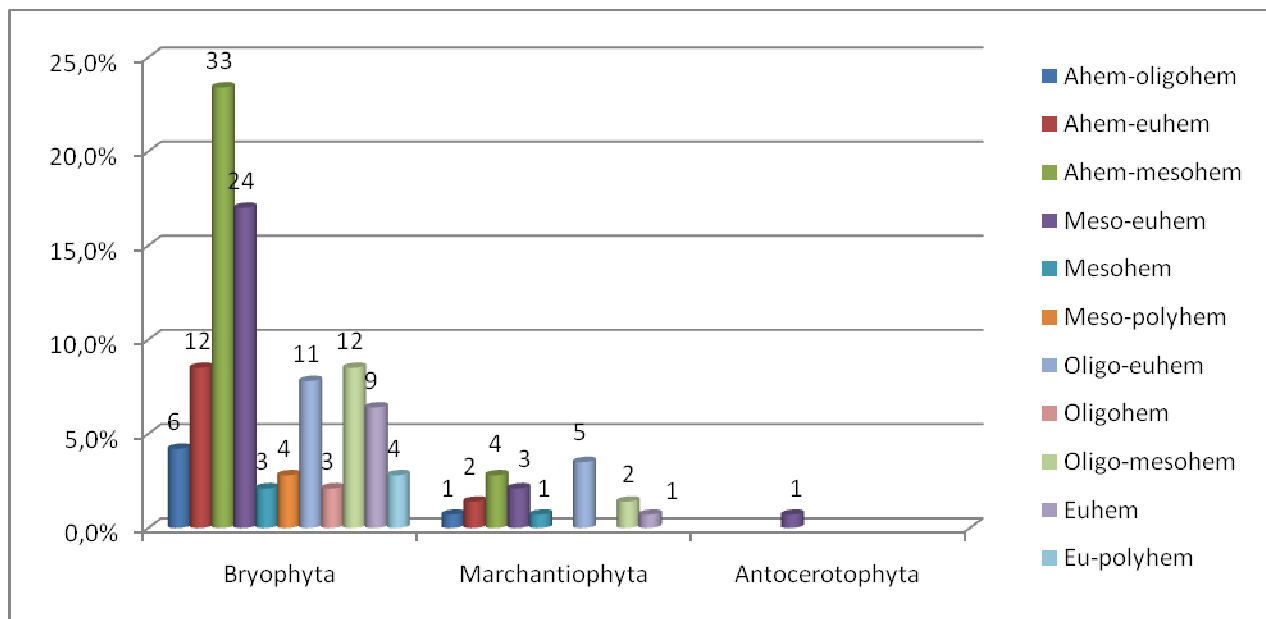
	Bryophyta	Marchantiophyta	Antocerotophyta
Mat,rough	16,3%		
Cushion	6,4%		
Turf	22,7%		
Tail	0,7%		
Weft	2,8%		
Solitary creeping		0,7%	
Dendroid	2,1%		
Mat,smooth	5,7%	1,4%	
Tuft	12,1%		
Mat,thalloid		1,4%	0,7%
Solitary thalloid		8,0%	
Short turf	16,3%		

FIGURA 6: LIFE FORMS



	Bryophyta	Marchantiophyta	Antocerotophyta
Perennial	17,0%		
Competitive perennial	10,0%		
Stress tolerant perennial	7,8%		
Long live shuttle	10,6%		
Annual shuttle	2,8%	9,2%	0,7%
Short-lived shuttle	2,8%	1,4%	
Colonist	28,4%	0,7%	
Pioneer Colonist	3,6%		
Ephemeral colonist	4,3%		
Fugitive	0,7%		

FIGURA 7: LIFE STRATEGY



	Bryophyta	Marchantiophyta	Antocerotophyta
Ahem-oligothem	4,2%	0,7%	
Ahem-euهم	8,5%	1,4%	
Ahem-mesohem	23,4%	2,8%	
Meso-euهم	17,0%	2,1%	0,7%
Mesohem	2,1%	0,7%	
Meso-polyhem	2,8%		
Oligo-euهم	7,8%	3,5%	
Oligohem	2,1%		
Oligo-mesohem	8,5%	1,4%	
Euهم	6,4%	0,7%	
Eu-polyhem	2,8%		

FIGURA 8: HUMAN IMPACT

TABELLA 3: PRESENZA DELLE SPECIE PER CINTURA

TAXON	CINTURA ESTERNA	CINTURA INTERMEDIA	CINTURA INTERNA
Archidium alternifolium (Hedw.) Mitt.	1	1	
Barbula convoluta Hedw.	1		
Barbula unguiculata Hedw.	1		
Bartramia pomiformis Hedw.	1		
Bartramia stricta Brid.	1		
Brachythecium glareosum (Bruch ex Spruce) Schimp.	1		
Brachythecium rutabulum (Hedw.) Schimp.	1		
Brachythecium rivulare Schimp.	1		
Brachythecium salebrosum (Hoffm. ex F. Weber & D. Mohr) Schimp	1		
Brachytheciastrum velutinum (Hedw.) Ignatov & Huttunen	1		
Bryum alpinum Huds. ex Whith.	1		
Bryum argenteum Hedw.		1	
Bryum dichotomum Hedw.		1	
Bryum elegans Nees	1		
Bryum gemmiparum De Not.	1		
Bryum mildeanum Jur.	1		
Bryum kunzei Hornsch.	1	1	
Bryum radiculosum Brid.	1		
Bryum torquescens Bruch & Schimp	1		
Bryum turbinatum (Hedw.) Turner	1	1	
Calliergonella cuspidata (Hedw.) Loeske		1	
Campylopus pilifer Brid.	1		
Cephaloziella calyculata (Durieu & Mont.) Mull. Frib.			1
Cheilothea chloropus (Brid.) Broth.			1
Conocephalum conicum (L.) Dumort.	1	1	1
Corsinia coriandrina Raddi		1	
Dialytrichia mucronata (Brid.) Broth.	1		
Dicranella howei Ren. & Card	1		
Dicranella humilis Ren. & Card	1		
Dicranella varia (Hedw.) Schimp	1	1	
Dicranum majus Sm.			1
Dicranum polysetum Sw. ex anon			1
Didymodon fallax (Hedw.) R.H. Zander	1	1	
Didymodon insulanus (De Not.) M.O. Hill	1		
Didymodon rigidulus Hedw.	1		
Didymodon luridus Hornsch.	1		
Didymodon spadiceus (Mitt.) Limpr.	1		
Didymodon vinealis (Brid.) R.H. Zander	1		
Distichium capillaceum (Hedw.) Bruch & Schimp	1		
Encalipta ciliata Hedw		1	
Ephemerum minutissimum Lindb.			1
Ephemerum serratum (Hedw.) Hampe			1
Epipterygium tozeri (Grev.) Lindb.	1		
Eurhynchiastrum pulchellum var. pulchellum (Hedw.) Ignatov & Huttunen	1		
Fissidens crispus Mont.			1
Fissidens taxifolius Hedw.			1
Fissidens ovatifolius R. Ruthe			1
Fissidens viridulus (Sw. ex anon.) Wahlemb			1
Fossombronina angulosa (Dicks.) Raddi			1
Fossombronina caespitiformis De Not. ex Rabenh.	1	1	1
Fossombronina pusilla (L.) Nees			1
Frullania dilatata (L.) Dumort.			1
Funaria hygrometrica Hedw.	1		
Gongylantus ericetorum (Raddi) Nees	1		1
Grimmia anodon Bruch & Schimp	1		
Grimmia laevigata (Brid.) Brid.	1	1	
Grimmia lisae De Not.	1		
Grimmia orbicularis Bruch ex Wilson	1		
Grimmia pulvinata (Hedw.) Sm.	1	1	
Grimmia trichophylla Grev.	1		
Homalothecium aureum (Spruce) H. Rob.	1		
Homalothecium lutescens Hedw. H. Rob	1		
Homalothecium sericeum (Hedw.) Schimp.	1		
Hygroamblystegium tenax (Hedw.) Jenn.	1		
Hypnum andoi A.J.E. Sm.	1		
Hypnum cupressiforme var. resupinatum (Taylor) Schimp.	1		
Hypnum cupressiforme var. cupressiforme Hedw	1		
Hypnum jutlandicum Holmen & E. Warneke	1		
Hypnum revolutum (Mitt.) Lindb. var. revolutum	1		
Isothecium alopecuroides (Lam. ex Dubois) Isov.	1		
Isothecium myosuroides Brid.	1		
Kindbergia praelonga (Hedw.) Ochyra		1	1
Leptodictyum riparium (Hedw.) Warnst	1		
Metzgeria coniugata Lindb.			1

TAXON	CINTURA ESTERNA	CINTURA INTERMEDIA	CINTURA INTERNA
Microbryum davallianum (Sm.) R.H. Zander	1		
Oncophorus virens (Hedw.) Brid			1
Orthotrichum tenellum Bruch ex Brid.	1		
Oxyrrhynchium hians (Hedw.) Loeske			
Oxyrrhynchium speciosum (Brid.) Warnst.		1	
Oxyrrhynchium pumilum (Brid.) Warnst.		1	
Petalophyllum ralfsii (Wilson) Nees et Gottsche.		1	
Phaeoceros laevis (L.) Prosk.			1
Phylonotis arnelii Husn.		1	
Phylonotis caespitosa Jur.		1	
Plagiothecium denticulatum (Hedw.) Schimp	1		
Platyhypnidium riparioides (Hedw.) Dixon	1		
Pleurochaete squarrosa (Brid.) Lindb.	1	1	
Pogonatum nanum (Hedw.) P. Beauv.	1		
Pohlia elongata Hedw.	1	1	
Pottiopsis caespitosa (Brid.) Blockeel & A. J. E. Sm		1	
Pseudocrossidium hornsichianum (Schultz) R.H. Zander	1		
Pseudoscleropodium purum (Hedw.) M. Fleisch.	1		
Pseudotaxifillum elegans (Brid.) Z. Iwats.	1		
Pterogonium gracile (Hedw.) Sm.			
Ptychostomum capillare Hedw. D.T. Holyoak & N. Pedersen		1	
Ptychostomum compactum Hornsch	1	1	
Ptychostomum donianum (Hedw.) D. T. Holyoak & N. Pedersen	1	1	
Ptychostomum imbricatum (Müll. Hal.) D.T. Holyoak & N. Pedersen			
Ptychostomum pallens (Sw.) J. R. Spence	1	1	
Ptychostomum pallescens (Schleich. Ex Schwagr.) J.R. Spence		1	
Ptychostomum pseudotriquetrum (Hedw.) J.R. Spence & H.P. Ramsay	1		
Ptychostomum rubens (Mitt.) D. T. Holyoak & N. Pedersen		1	
Rhynchostegiella curviseta (Brid.) Lindb.		1	
Rhynchostegiella litorea (De Not.) Limpr.	1		
Rhynchostegium confertum (Dicks.) Schimp.	1		
Rhynchostegium megapolitanum (Blandow ex F. Weber & D.Mohr) Schimp	1		
Riccia beyrichiana Hampe ex Lehm.	1		1
Riccia bifurca Hoffm.			1
Riccia canaliculata Hoffm.			1
Riccia crozalsii Levier	1		1
Riccia glauca L.	1		1
Riccia huebeneriana Lindenb.			1
Riccia micheli Raddi			1
Riccia nigrella DC.			1
Riccia sorocarpa Bish.	1		1
Sciuro-hypnum populeum (Hedw.) Ignatov & Huttunen	1	1	
Scleropodium cespitans (Wilson ex Müll. Hal.) L.F.Koch			1
Scleropodium touretii (Brid.) L.F.Koch	1	1	
Scorpidium revolvens (Sw. ex anon.) Rubers	1		
Scorpiurium circinatum (Bruch) M. Fleisch. & Loeske	1		
Scorpiurium deflexifolium (Solms) M. Fleisch & Loeske	1		
Syntrichia laevipila (Brid)	1		
Syntrichia princes (De Not.) Mitt.	1		
Syntrichia ruralis (Hedw.) F. Weber & D. Mohr var. ruraliformis (Besch.) Delogne	1		
Syntrichia virescens (De Not.) Ochyra	1		
Sphaerocarpus michelii Bellardi			1
Thamnobryum alopecurum (Hedw.) Gangulee	1		
Timmia barbuloidea (Brid.) Monk.		1	
Tortella flavovirens (Bruch) Broth.		1	
Tortella humilis (Hedw.) Jenn.	1		
Tortella inflexa (Bruch) Broth.	1		
Tortella nitida (Lindb.) Broth.	1		
Tortella tortuosa (Hedw.) Limpr	1		
Tortula marginata (Bruch & Schimp.) Spruce		1	1
Tortula modica R.H. Zander		1	
Tortula muralis Hedw.	1		
Tortula solmsii (Schimp.) Limpr.	1	1	
Tortula subulata Hedw.	1		
Tortula truncata (Hedw.) Mitt.		1	
Trichostomum brachydontium Bruch	1		
Trichostomum crispulum Bruch	1		

RILEVANZA ECOLOGICA DELLE BRIOFITE DEGLI STAGNI TEMPORANEI

Abstract

In this study the bryophyte vegetation was used to obtain information on the environmental quality, through the application of ecological and biological parameters. In fact, the bryophyte play a significant ecological role as pioneer plants in the colonization of hard environments as well as bioindicators in the evaluation of the air quality. The bryophytes, neglected in the past even by botanists, are now being re-evaluated for environmental issues. In this respect the role of bryophyte vegetation is important in the ecosystems as an intermediary between man and environment.

INTRODUZIONE

Lo studio della flora Briofitica e l'analisi della valenza ecologica delle specie un valido strumento di informazione nella valutazione dello stato di salute dell'ambiente. Oggi infatti è ampiamente riconosciuto il ruolo delle Briofite nella definizione della qualità ambientale, la loro alta predittività basata sulla capacità di esprimere e quantificare la diversità chimico-biologica dell'ambiente, nonché il grado di antropizzazione dello stesso. Per sottolineare il crescente interesse per questo settore di ricerca vengono menzionati alcuni contributi rivolti allo studio delle Briofite urbane o di centri industriali: nell'ambito internazionale a parte i lavori riguardanti alcune regioni del Centro e Nord Europa (Belgio, Olanda, Inghilterra), particolarmente studiate sono alcune aree della Spagna e Portogallo (Sérgio 1981; Bento-Pereira & Sérgio 1983; Sérgio & Sim-Sim 1985; Mazimpaka *et al.* 1988; Lara & Mazimpaka 1989; Lara *et al.* 1991; Soria & Ron 1995). Per quanto riguarda l'Italia le indagini, tutte piuttosto recenti, sono state condotte principalmente in alcune regioni del Centro e in Sicilia, a questo proposito si citano i lavori di Aleffi (1991), Lo Giudice (1992), Privitera & Puglisi (1994a, 1994b, 1995), Aleffi *et al.* (1995a), Lo Giudice *et al.* (1997). (Privitera & Puglisi 1999). Un importante numero di autori ha utilizzato questi organismi per stimare il deposito di microelementi su larga scala geografica (e.g. Markert *et al.* 1996; Ruhling *et al.* 1996; Halleraker *et al.* 1998; Berlekamp *et al.* 1998; Gerdol *et al.* 2000; Fernandez *et al.* 2002; Figueira *et al.* 2002; Schilling & Lehman 2002; Aceto *et al.* 2003; Poikolainen *et al.* 2004) oppure in aree circondate da impianti industriali soprattutto centrali elettriche, fonderie, e inceneritori di rifiuti solidi urbani (e.g. Carpi *et al.* 1994; Mankovska 1994; Turkan *et al.* 1995; Genoni *et al.* 2000; Carballeira & Fernandez 2002; Culicov *et al.* 2002) e nelle cave minerarie dismesse Basile *et al.* (2008). Per quanto riguarda la Sardegna importanti contributi in questo campo Cogoni *et al.* (2001a), Basile *et al.* (2001), Schintu *et al.* (2005). Nelle Briofite sia la *life forms* che la *life strategy* sono strettamente correlate alle condizioni ecologiche e questo fatto è stato sottolineato da importanti studi (Kürschner 1994, 2004; Frey & Kürschner 1995; Parolly & Kürschner 2005; Kürschner *et al.* 1998; Sabovljević 2004; Kürschner *et al.* 2007; Darell & Cronberg 2011). La *life forms* descrive il risultato della condizione di vita, includendo la forma d'accrescimento, il modello di ramificazione, il generale assemblamento degli individui e l'influenza esercitata dall'ambiente sulla popolazione. Di conseguenza è l'ambiente a fornire la pressione di maggiore selezione sulle strategie del ciclo di vita. È in questo contesto d'indagini che si inserisce il presente contributo con lo scopo di utilizzare i dati in nostro possesso per formulare un'ipotesi sulle "condizioni di salute" dei 9 siti indagati in relazione non solo alla pressione antropica a cui sono soggetti ma anche ai diversi fattori di stress ambientali (Privitera & Puglisi 1999).

Per questa indagine sono stati utilizzati i dati relativi alle specie briofitiche campionate nei 9 siti, per un totale di 34 pozze indagate. Il contingente Briofitico ammonta a 141 taxa (120 *Bryophyta*, 20 *Marchantiophyta* e 1 *Anthocerotophyta*). Gli indici ambientali usati ritenuti più significativi sono: l'indice Specie/Famiglie, l'indice Specie/Generi, già utilizzati per la flora Fanerogamica (Menichetti *et al.*, 1989), il rapporto Acrocarpi/Pleurocarpi, il rapporto delle "*life forms*" "*short turf/weft*" questi ultimi due applicabili solo alle Briofite. L'analisi dei dati sinecologici, la *life forms*, il rapporto St/W, la *life strategy* e lo *Human impact* è stata effettuata sul numero di specie complessive di ciascun sito. Per la *life forms* è stato adottato Mägdefrau (1982), per la *life strategy* il Doring (1979), per il rapporto St/W Privitera & Puglisi 2001, e infine per lo *Human impact* il Dierssen (2001).

INDICI AMBIENTALI

INDICE SPECIE/FAMIGLIE

Rappresenta il rapporto tra il numero delle specie e il numero delle famiglie calcolato per ciascun sito. Negli ambienti interessati da un forte disturbo antropico si dovrebbe rilevare un marcato impoverimento della flora briofitica. Gli ambienti artificiali selezionano una flora che ben si adatta a loro, resistente all'influsso antropico e in grado di superare le difficili condizioni di vita. La flora urbanicola, appartenente a poche famiglie, come le *Pottiaceae* e le *Bryaceae*. Mentre nei siti poco antropizzati ci si attende un alto numero di famiglie con taxa poco o non legati ad habitat urbani, a tal proposito si citano le famiglie *Hypnaceae*, e *Brachytheciaceae*.

INDICE SPECIE/GENERI.

È dato dal rapporto tra le specie e i generi presenti in ciascuna stazione. Questo criterio di valutazione, come il precedente, esprime significativamente il diverso grado di antropizzazione.

RAPPORTO ACROCARPI/PLEUROCARPI

Un substrato artificiale ospita, di norma, muschi acrocarpi che per *habitus*, dimensioni, struttura e strategia di vita riescono ad instaurarsi in ambienti molto ostili di solito fisiologicamente secchi e con un limitatissimo strato di terreno, i pleurocarpi invece più esigenti, per la maggiore superficie di scambio con l'esterno, per l'*habitus* di solito reptante, per i minori adattamenti xeromorfici. Per tali caratteristiche l'insediamento dei pleurocarpi è maggiore in aree più protette, meno xeriche, non fortemente soggette all'influenza antropica.

RAPPORTO SHORT TURF/WEFT

Questo parametro è dato dal rapporto tra le forme di vita "short turf" e "weft". È stata proposta una scala di tolleranza delle differenti forme di vita (Gilbert 1970) al diverso grado di inquinazione atmosferica; la forma più resistente è quella a "short turf" (cespi bassi), meno è la forma "mat" (a tappeto), ancor meno la forma "cushion" (a pulvini), a cui seguono le specie annuali ("annual"), le forme "weft" (a trama lassa), "high turf" (cespitosa alta), "tail" (a coda) e "dendroid" (dendroide). Molte Briofite toltolleranti sono rappresentate dalla forma "short turf", mentre molte specie moderatamente sensibili e sensibili all'inquinamento sono rappresentate dalle forme "weft" e "cushion". Per il calcolo di questo indice è stata presa in considerazione la forma "weft" e non la "cushion", in quanto quest'ultima è tipica di molte specie epifitiche obbligate, la cui presenza è scarsa nell'area mediterranea. Anche questo indice esprime il diverso grado di antropizzazione.

Se si esclude il sito della Giara di Gesturi la cui abbondanza di entità reperite (92) è proporzionato all'elevato numero di pauli presenti (19), i siti con un elevato numero di specie distribuite in un ridotto numero di pauli, sono: Monte Arci (63 specie), Media valle del Tirso (39), Buddusò (28), Campeda (27), Capo Frasca (25), e il sito denominato Marghine-Goceano (35). Il contingente Briofitico censito sulla Giara di Gesturi, mostra un ridotto numero di famiglie (23) rispetto all'elevato numero di specie reperite, così come il sito Monte Arci (21 famiglie), Media valle del Tirso (12), Buddusò (12), Campeda (12), Capo Frasca (13), Marghine-Goceano (13). Il maggior numero di famiglie è stato riscontrato nel sito di Monte Arcosu con 11 famiglie su un totale di 15 specie, infatti il rapporto specie/famiglie con un valore di 1,36 è il più basso riscontrato. Il censimento della flora Briofitica condotto nel sito di Monte Arcosu presenta la maggiore variabilità anche per il dato relativo all'abbondanza dei generi (13 generi 8 relativi ai muschi e 5 alle epatiche) su un totale di 15 specie e, il valore del rapporto è pari a 1,15. In accordo con i risultati ottenuti dall'applicazione dell'indice specie/famiglie e specie/generi Monte Arcosu risulta essere il sito meno antropizzato. Mentre per l'indice acrocarpi/pleurocarpi, anch'esso utilizzato per indicare il grado di antropizzazione di un ambiente, è proprio il sito di Monte Arcosu il più soggetto alla pressione antropica, dove la presenza di un solo pleurocarpo è indicativa di un ambiente fortemente disturbato e/o sottoposto a stress ambientali. Un notevole grado di antropizzazione (sempre secondo i risultati ottenuti con l'applicazione di questo indice) è presente nel sito di Capo Frasca (Costa Occidentale) con $R=6,3$. Infatti nel sito è stato rilevato un elevato numero di muschi acrocarpi (19), rispetto al numero dei pleurocarpi (2) in conformità alle caratteristiche geomorfologiche del sito (per le foto dei siti si veda documento fotografico). Per quanto riguarda lo stato di salute dei siti studiati, in relazione all'inquinamento atmosferico, il risultato del rapporto "short turf/weft" mostra che i siti di Buddusò, Campeda, Capo Frasca e Monte Arcosu sono quelli maggiormente interessati da fattori di disturbo (cave di estrazione, viabilità autostradale base militare, possibili ricadute di inquinanti provenienti da attività industriali limitrofe, ecc.), dal momento che la flora Briofitica censita in questi siti non presenta la *life form* "weft" rappresentata da specie normalmente più persistenti e meno stress tolleranti. Siti come Giara di Gesturi, Monte Arci, Media valle del Tirso, evidenziano valori simili per quanto riguarda i rapporti relativi agli indici acrocarpi/pleurocarpi e "short turf/wef", in quanto le specie caratterizzate da queste *growth forms* e *life forms* sono presenti in numero equilibrato, questo denota che i suddetti siti si mantengono, nonostante la presenza di un pascolo variabile, in una buona condizione di naturalità ambientale.

TABELLA 1: VALORI DELLE LIFE FORMS, LIFE STRATEGY E HUMAN IMPACT NEI SITI ESAMINATI

Life forms	SITI	A	B	C	D	E	F	G	I	L
	Cushion	6,5%	4,8%	10,3%	3,6%	3,7%	3,7%	5,7%		
	Dendroid	1,1%	1,6%	2,6%	3,6%	3,7%	3,7%	3,0%		
	Mat, smooth	5,4%	11,1%	7,7%	7,1%	3,7%	3,7%			16,7%
	Mat, thalloid	1,1%	1,6%					3,0%	6,7%	
	Mat, rough	18,5%	17,5%	15,4%	17,9%	17,8%	18,5%	25,7%	6,7%	16,7%
	Short turf	19,6%	12,7%	15,4%	10,7%	7,1%	7,4%	22,9%	26,7%	33,3%
	Solitary creeping	3,3%	1,6%	5,1%	14,3%	14,2%	14,8%	3,0%	26,7%	
	Solitary thalloid	6,5%	7,9%	5,1%	17,9%	17,8%	18,5%	5,7%	6,7%	16,7%
	Tail	1,1%						3,0%		
	Tuft	12,0%	12,7%	7,7%	3,6%	3,7%	3,7%	8,6%	6,7%	
	Turf	22,9%	23,8%	20,5%	17,9%	21,4%	22,2%	20,0%	20,0%	16,7%
	Weft	2,2%	4,8%	10,3%	3,6%	3,70%	3,7%			
Life strategy	Perennial	18,4%	21%	20,5%	14%	14,8%	4%	31,4%	13,3%	16,7%
	Competitive perennial	5,4%	14%	15,4%	11%	14,8%	4%	8,6%	6,7%	
	Stress tolerant perennial	7,6%	5%	7,7%	7%	7,4%	8%	5,7%		16,7%
	Long live shuttle	12%	8%	5,1%	7%	7,4%	12%	11,4%	20,0%	
	Annual shuttle	8,7%	14%	10,3%	28%	26,0%	12%	11,4%	20,0%	16,7%
	Short-lived shuttle	3,3%	6%	7,7%	11%	11,1%	16%	5,7%	6,7%	
	Colonist	34,8%	24%	30,8%	18%	14,8%	28%	20,0%	20,0%	50,0%
	Pioneer Colonist	4,3%	3%		4%	3,7%		2,9%		
	Ephemeral colonist	4,3%	5%	2,6%			16%	2,9%	6,7%	
	Fugitive	1,1%							6,7%	
Human impact	Low	39%	34%	39%	39%	44%	28%	48%	40%	17%
	Weak	26%	29%	28%	32%	33%	28%	26%	40%	50%
	Moderate	26%	27%	28%	25%	18%	24%	17%	13%	33%
	Strong	9%	10%	5%	4%	5%	20%	9%	7%	

TABELLA 2: VALORI DEGLI INDICI SPERIMENTALI PER CIASCUN SITO ESAMINATO

SITI	A	B	C	D	E	F	G	I	L
NUMERO SPECIE	92	63	39	28	27	25	36	15	6
INDICE SPECIE/FAMIGLIE	3,83	3	3,25	2,33	2,25	1,78	2,76	1,36	1,5
INDICE SPECIE/GENERI	2,02	1,68	1,62	1,64	1,58	1,38	1,38	1,15	1,2
RAPPORTO ACROCARPI/PLEUROCARPI	2,33	1,61	1,61	1,61	1,61	6,3	1,8	6	1,5
RAPPORTO SHORT TUFT/WEFT	9	2,6	1,5	2	2				

LEGENDA DEI SITI

A= GIARA DI GESTURI, B= MONTE ARCI, C= MEDIA VALLE DEL TIRSO, D= BUDDUSO, E= CAMPEDA, F= CAPO FRASCA, G= MARGHINE-GOCEANO, I= MONTE ARCOSU, L= IGLESIAS- DOMUSNOVAS

FATTORI AMBIENTALI CHE INFLUISCONO SULLA DISTRIBUZIONE E RICCHEZZA DELLA BRIOFLORA NEGLI STAGNI TEMPORANEI: ANALISI SPAZIALE VARIABILITÀ STAGIONALE:

Abstract

The aims of this study were to investigate the spatial distribution and the temporal successions of bryoflora communities under different hydrological regimes. The study analysed environmental factors affecting the Bryophyte's flora in the pools. A range of environmental variables was recorded for each temporary pond, including landscape and habitat characteristics: the geological substrate, altitude, hydroperiod length, water depth and habitat size.

The total number of Bryophyte species was negatively influenced by pool area, water depth, to quote and degree of shade. The analysis showed that the floristic gradient was correlate to grazing pressure.

INTRODUZIONE

Gli stagni temporanei sono funzionalmente differenti da tutte le altre zone umide e possono contribuire significativamente alla biodiversità su scala regionale, ospitando un ragguardevole numero di specie se paragonati ad altri corpi idrici (Williams *et al.* 2004). I fenomeni legati alla dinamica della vegetazione briofitica sono in una larga misura interconnessi ai fenomeni dinamici della vegetazione vascolare. Questi fenomeni sono molto complessi e non è possibile, allo stato attuale della conoscenza degli stagni temporanei, che citare qualche osservazione preliminare. (Hugonnot 2002). Un recente studio, condotto sulle piante vascolari, e in particolare sulle idrofite, ha evidenziato quali fattori ambientali influiscono maggiormente sulla diversità vegetale di questi habitat, mettendo in evidenza che le comunità di piante vascolari delle zone umide sono relativamente condizionate da pochi fattori (Bagella & Caria 2012). La quota ad esempio che viene spesso considerata come uno dei fattori in grado di incidere sulla composizione floristica dei corpi idrici (Williams *et al.* 2004) e sulla presenza di singole specie (Auderset 2006) incide negativamente sulla componente idrofila della vegetazione (Hinden *et al.* 2005); questo perché il gradiente altimetrico può essere inteso come espressione diretta del gradiente termico, che corrisponde ad una variazione di 0,56 °C nella temperatura media annuale per ogni 100 m di dislivello (Belloni 1975). All'aumentare dell'ombreggiamento degli argini si determina una riduzione della frequenza delle idrofite, dato che la maggior parte di queste piante predilige ambienti con una buona illuminazione (Dawson & Haslam 1983; Canfield & Hoyer 1988). Il grado di pascolamento influisce anch'esso sulla distribuzione complessiva delle specie, tanto che le nitrofile sono presenti dove è maggiore la pressione del bestiame. In particolare il calpestio del bestiame determina una forte riduzione della copertura vegetale, specialmente lungo le sponde. Inoltre la presenza del pascolo altera la limpidezza dell'acqua, rendendola torbida, comportando deposito di limo nei sedimenti, aumentando il fosforo totale e la concentrazione di clorofilla, con conseguenti risvolti negativi sulla diversità vegetale (Declerck *et al.* 2006). Anche il fattore dimensione condiziona positivamente la presenza della vegetazione, ma è ininfluenza sulla presenza delle idrofite (Hinden *et al.* 2005). Mentre la profondità della pozza se incide sulla ricchezza in specie e soprattutto sul grado di copertura della comunità vegetale, non contribuisce positivamente alla ricchezza in specie acquatiche (Oertili *et al.* 2000). La durata della fase di inondazione, il periodo delle piogge e il periodo di secca, sono tutti fattori stagionali importanti perché determinanti la distribuzione e il funzionamento della vegetazione.

In base al ciclo idrologico, la vegetazione in questi ambienti è successivamente dominata da differenti tipi di piante: acquatiche durante la fase di sommersione, anfibia durante la fase di disseccamento e infine, dalle terrestri durante la fase secca. Queste successioni presentano delle differenze: se il periodo è stato particolarmente umido prevarranno le piante acquatiche, viceversa

le terrestri e le opportuniste. Allo stesso modo la vegetazione presenterà una ripartizione spaziale, per zonizzazioni che è ugualmente determinata in grande parte dal gradiente idrologico. Quindi il gradiente topografico corrisponde a dei gradienti di durata e profondità di inondazione e, la vegetazione all'interno di questi habitat, si organizzerà principalmente lungo questi gradienti (Gauthier *et al.* 2004). Poco si sa, dell'influenza che l'idroperiodo esercita sulla vegetazione Briofitica, e la relativa bibliografia è molto limitata. Casas *et al.* (1998), nello studio condotto sulle Briofite de les basses de l'Albera (Alt Empordà, NE Penisola Iberica) ha evidenziato che in questi habitat, nel suolo che emerge durante la fase di disseccamento, si possono osservare una elevata diversità ed abbondanza di Briofite. Inoltre come per la vegetazione vascolare tipica di questi habitat, anche per la flora Briofitica, può essere messa in evidenza una distribuzione spaziale e temporale, in accordo con il livello di umidità. La variabilità stagionale è un fattore importante perché sebbene per altri gruppi tassonomici esista una folta letteratura riguardo alla stagionalità (Grillas *et al.* 2004; Bagella *et al.* 2007; 2009a; 2009b) ad oggi non esistono molti lavori eccetto Casas *et al.* (1998), Hugonnot (2002), che trattino questa importante variabile per le briofite.

Attualmente le ricerche scientifiche condotte in questo tipo di ambienti temporanei e aventi per oggetto specifico le Briofite sono molto scarse, se si escludono pochi lavori (Casas *et al.* 1998; Pericàs *et al.* 2009; Hugonnot 2002; Grillas *et al.* 2004; Cogoni *et al.* 2006a; 2009a; Aleffi *et al.* 2010).

Scopo di questo studio è indagare se :

1. gli stagni temporanei rilevati in tutto il territorio regionale mostrano delle differenze in termini di composizione floristica;
2. fattori ambientali come l'altitudine, la geologia, la dimensione e la profondità degli stagni, la copertura vegetale e il tipo di pascolo presente possono influenzare la distribuzione e la ricchezza delle briofite presenti negli stagni temporanei indagati;
3. indagare come la variabilità stagionale della disponibilità d'acqua influisce sulla flora Briofitica

MATERIALI E METODI

I siti indagati, distribuiti sull'intero territorio regionale, sono 9: Giara di Gesturi, Monte Arci, Media valle e altopiano di Abbasanta Rio-Siddu, Marghine-Goceano, Buddusò, Campeda, Monte Arcosu, Capo della Frasca, Iglesias-Domusnovas. In questi siti sono stati campionati 34 stagni temporanei per un totale di 2.613 rilevamenti. Per informazioni dettagliate sulla metodica di campionamento adottata si veda il capitolo 2: "Materiali e metodi". Le specie censite sono 141: 120 Divisione *Bryophyta*, 20 *Marchantiophyta* e 1 *Anthocerotophyta*. Per l'analisi delle differenze esistenti tra i nove siti indagati e la loro caratterizzazione, alle specie sono state assegnate le caratteristiche corologiche ed ecologiche (Dierssen 2001). (Tab.1 in appendice).

COROTIPI E CARATTERI ECOLOGICI

Sono state messe in evidenza le caratteristiche ecologiche delle specie; e i dati ecologici sono messi a confronto tra i siti. Si è utilizzato questo metodo per sintetizzare le condizioni ecologiche dei siti e per mettere in risalto probabili differenze o somiglianze tra essi. Per alcuni termini, per i quali non sussiste una corretta traduzione in italiano, si è mantenuta la terminologia inglese.). La tabella degli elementi corologici (delle specie censite per siti) è in allegato tab. 2.

Per consentire una migliore comparazione, tutti i dati a livello di sito sono stati trasformati in percentuale. Ad ogni specie rilevata, sono state assegnate delle caratteristiche ecologiche secondo quanto proposto da Dierssen (2001). Per ogni sito è stato calcolato un valore medio sintetico ed infine i dati ecologici sono messi a confronto tra i siti. Si è utilizzato questo metodo per sintetizzare le condizioni ecologiche dei siti e per analizzare le differenze tra essi.

Per alcuni termini, per i quali non sussiste una corretta traduzione in italiano, si è mantenuta la terminologia inglese. Le caratteristiche ecologiche analizzate sono le seguenti: ph, livello trofico, umidità, substrato, life strategy, life forms e impatto antropico.

FATTORI AMBIENTALI

I fattori ambientali indagati sono stati selezionati sulla base della letteratura esistente riferita alla categoria habitat 3170*” Mediterranean temporary ponds”(Grillas *et al.* 2004), (Ernandes *et al.* 2007), (Bagella *et al.* 2007; 2009a; 2009b), (Paradis *et al.* 2009).

ALTITUDINE: la quota è stata rilevata sul campo.

(1200 m s.l.m): 1 pauli

(>600 m s.l.m): 5 pauli.

(500-600 m s.l.m): rientrano in questo range altitudinale 19 pauli.

(300-400 m s.l.m): 3 pauli

(200 m s.l.m): 4 pauli.

(1-73 m s.l.m): 2 pauli.

GEOLOGIA: le informazioni relative alla tipologia del substrato sono state ricavate dalla bibliografia.

Su suolo basaltico: a questa tipologia appartengono 27 pauli.

Su suolo granitico: riscontrato in 4 pauli.

Su suolo sabbioso: 3 pauli.

DIMENSIONE: I pauli sottoposti ad indagine sono stati classificati in base alla dimensione in:

Grandi (6 dei totali 34)

Medi (18 pauli)

Piccoli (7 pauli)

Piccolissimi (3 pauli);

COPERTURA VEGETALE: sono state osservate differenze tra i pauli indagati nella copertura vegetale presente:

Macchia mediterranea (arbusti bassi): rilevata in 11 pauli.

Copertura arborea: rilevata in 19 pauli.

Copertura erbacea alta: rilevata in 2 pauli

Copertura erbacea bassa: presente in 1 pauli.

Suolo nudo: presente in 1 pauli.

TIPOLOGIA DI PASCOLO:

Pascolo misto: dove per misto s'intende: bovino, ovino, suino, equino, caprino, osservato in 19 pauli.

Pascolo ovino: osservato in 1 pauli.

Pascolo bovino: osservato in 11 pauli.

Pascolo equino: osservato in 1 pauli.

Pascolo assente: rilevato in 1 pauli.

Le variazioni stagionali in questi ambienti determinano dei cambiamenti rilevanti nel corso dell'anno. (Bagella & Caria 2012).

In base alle notevoli dimensioni della maggior parte degli stagni temporanei sottoposti ad indagine, è stato possibile indagare la distribuzione delle briofite lungo zone concentriche in accordo con il loro livello di umidità. Una zona esterna o cintura esterna eccezionalmente inondata, la zona intermedia o cintura intermedia che corrisponde alla cosiddetta zona emergente, ed una zona o cintura interna, in cui si ha il prolungamento della fase di inondazione. Per indagare le variabilità stagionale sono state utilizzate delle variabili che descrivono il comportamento dei pauli nelle diverse stagioni:

PROFONDITÀ: ossia il massimo livello raggiunto dall'acqua nei pauli durante il periodo di piena.

Gli stagni sono stati divisi secondo due classi di profondità:

Profondità > 30 cm: rilevata in 25 pauli.

Profondità = 15 cm: rilevata in 9 pauli.

FASE SECCA: Coincide con il periodo in cui i pauli si stanno prosciugando. Con la progressiva evaporazione dell'acqua, sul suolo emergente si osserva diversità ed abbondanza di Briofite. Tre anni di osservazioni, hanno messo in evidenza che la durata della fase dipende dalle dimensioni dei pauli e dalla quota.

Luglio= pauli di grandi dimensioni

Giugno= pauli di dimensione media

Maggio= pauli piccola dimensione

Giugno= pauli di dimensione media a quota 630 m e 1200 m s.l.m.

FASE UMIDA: Coincide con il periodo di arrivo delle piogge, quando il suolo va progressivamente permeandosi d'umidità ma restano comunque distinguibili le tre cinture. Di conseguenza campionamenti relativi a questa fase sono iniziati nel seguente periodo (Novembre/Dicembre).

DURATA DELL'IDROPERIODO: periodo di tempo in cui l'acqua, raggiunta la sua massima altezza, sommerge gli stagni temporanei. Poiché l'idroperiodo è proporzionale alla dimensione dei pauli indagati e alla quota, si osservano le seguenti situazioni:

6 mesi: nei pauli di grandi dimensioni

5 mesi: nei pauli di dimensioni medie.

7 mesi: nei pauli di dimensione media a quota 630 m e 1200 m s.l.m.

2 mesi: nei pauli di piccola dimensione.

Le analisi sono state tutte condotte a livello di siti (nove); per l'analisi della ricchezza floristica sono stati utilizzati metodi di statistica univariata classica (analisi della varianza ad una via, ANOVA) per verificare le differenze significative tra gli stagni temporanei rilevati in tutto il territorio regionale; per analizzare il variare della ricchezza delle briofite negli stagni temporanei indagati in relazione ai fattori ambientali come l'altitudine, la geologia, la dimensione e la profondità degli stagni, la copertura vegetale. Per l'analisi delle differenze tra gli stagni temporanei rilevati in tutto il territorio regionale in termini di composizione floristica e per verificare la relazione con altri fattori (dimensione pauli e copertura vegetale) è stata applicata l'analisi per le specie indicatrici (Dufrêne & Legendre 1997)

Per l'analisi della ricchezza floristica in relazione alla variabilità stagionale della disponibilità d'acqua sono state applicate analisi di statistica univariata (ANOVA) e l'analisi per le specie indicatrici (Dufrêne & Legendre 1997).

RISULTATI E DISCUSSIONE

ANALISI DELLE CARATTERISTICHE COROLOGICHE ED ECOLOGICHE DELLA BRIOFLORA DEGLI STAGNI TEMPORANEI

L'analisi del dato corologico elaborato per siti (tabella 2 in Appendice) ha messo in evidenza l'appartenenza delle specie a quattro principali gruppi distributivi. Il sito Giara di Gesturi, Media valle del Tirso e Marghine-Goceano appartengono all'elemento Temperato. Nel sito Monte Arci dominano le specie appartenenti all'elemento Artico-alpino, mentre per le specie censite nei siti Buddusò, Campeda, Capo Frasca le Boreali, per il sito Monte Arcosu le Submediterranee-suboceaniche, mentre per Iglesias-Domusnovas le Submediterranee (fig. 2 Spettro Corologico).

Per quanto riguarda il pH (fig. 4) le specie acido-subneutrofile sono dominanti in quasi tutti i siti, fatta eccezione per Iglesias-Domusnovas dove predominano le subneutrofile. Per quanto riguarda il livello trofico seppure poche, poiché per la maggior parte delle specie la caratteristica ecologica non è specificata, la maggior parte delle specie nei vari siti è nitrofila, in cui figurano specie per la Divisione *Bryophyta* appartenenti al genere (*Brachythecium*, *Bryum*, *Ptychostomum* e *Syntrichia*), mentre per la Divisione *Marchantiophyta* qualche *Riccia*. Così come non è significativo né il gruppo delle anitrofile (tra cui figurano *Tortella tortuosa* e *Trichostomum brachydontium*), e né quello delle oligotrofile (*Hygroamblystegium tenax* e *Riccia huebeneriana*); Questo dato conferma che le briofite non necessitano, per sopravvivere, di un substrato ricco di nutrienti, in quanto ricevono le sostanze nutritive dissolte nell'acqua piovana. Questa loro capacità di controllare lo stato di idratazione, in base alle condizioni ambientali, è definita poikilohydric.

Per quanto riguarda il fattore umidità (fig.5) i risultati sono diversi, le meso-xerofile sono dominanti in quattro siti: Giara di Gesturi, Monte Arci, Marghine-Goceano e Iglesias-Domusnovas, le igro-mesofile dominano nel sito di Buddusò e Campeda, mentre si ha una dominanza di igrofile sia nel sito Capo Frasca che Monte Arcosu. Le componenti mesofile e xerofile si possono considerare come pre-adattate all'aridità, nel senso che hanno acquisito nel corso dell'evoluzione e sotto la pressione selettiva dell'ambiente, diversi meccanismi che permettono loro di resistere al disseccamento; infatti i caratteri di resistenza agli stress idrici sono nelle xerofile probabilmente fissati geneticamente (Privitera & Puglisi 1994). Relativo al fattore luce (fig. 6) le fotofile sono numerose nei siti Giara di Gesturi, Media valle del Tirso, Capo Frasca, Buddusò, Campeda, e Monte Arcosu. Mentre negli altri siti come Monte Arci, Marghine-Goceano e Iglesias-Domusnovas presentano dominanza le scio-fotofile. Questo risultato è in accordo con il tipo di copertura vegetale

presente nei relativi siti, infatti i siti in cui predominano le entità scio-fotofile presentano una copertura a macchia mediterranea, la Giara di Gesturi poi oltre a presentare una componente arborea localizzata soprattutto in corrispondenza dell'argine, è caratterizzato dalla presenza di rocce che creano delle importanti zone d'ombra. Mentre dove predomina la componente fotofila, la vegetazione è erbacea oppure (come a Capo Frasca e a Campeda) il suolo si presenta nudo. L'osservazione dei dati relativi al substrato (fig. 3) mostra più rappresentativo il contingente delle specie terricole dato confermato in tutti i siti. La componente sassicola è comunque abbondante in diversi siti, così come la componente umicola. Per la life strategy (fig. 7) le perennial con le sottocategorie: long lived-shuttle, stress tolerant perennial e competitive perennial, a seguire le colonist, con le ephemeral colonist e le pioneer colonist. Un dato concordante in tutti i siti è dato dalla life form (fig. 8): le turf, e le mat rough sono dominanti in tutti i siti. L'analisi del dato relativo alla pressione antropica, mostra che in tutti i siti indagati dominano le specie adattate ad ambienti in cui l'impatto umano è assente (Giara di Gesturi, Monte Arci, media valle del Tirso, Buddusò, Margine-Goceano) oppure se presente è comunque debole (Capo Frasca, Monte Arcosu e Iglesias-Domusnovas).

ANALISI SPAZIALE DELLA RICCHEZZA FLORISTICA DEI PAULI

I siti indagati hanno evidenziato una notevole ricchezza Briofloristica. Il sito Giara di Gesturi comprende, con l'elevato numero di pauli, la briodiversità presente in quasi tutti gli altri siti sottoposti ad indagine, quindi presenta con le sue 93 specie censite, di cui 82 afferenti alla classe *Bryopsida* e 12 alla classe *Marchantiopsida*, tutta la ricchezza della brioflora censita. Nel sito Monte Arci (in 2 pauli indagati) sono state campionate 64 specie, di cui 56 afferenti alla classe *Bryopsida*, 7 alla classe *Marchantiopsida* e 1 alla classe *Anthocerotopsida*. Nel sito Media valle del Tirso e Abbasanta rio-Siddu comprendente 3 pauli le specie censite ammontano a 39: di cui 34 *Bryopsida* e 5 *Marchantiopsida*. Nel sito di Buddusò (comprendente 1 pauli) le specie campionate sono 28: di cui 18 *Bryopsida* e 10 *Marchantiopsida*. Nel sito Catena del Margine-Goceano l'ammontare delle specie distribuite nei 2 pauli indagati, è di 36: 32 *Bryopsida* e 4 *Marchantiopsida*. Nel sito Capo della Frasca sono state censite 25 specie: 22 *Bryopsida* e 3 *Marchantiopsida*. Nel sito della Campeda il censimento delle specie condotto in 1 pauli, ammonta 27: 18 *Bryopsida* e 9 *Marchantiopsida*. Nel sito Monte Arcosu, nei 3 pauli indagati, il numero delle specie rinvenute ammonta a 15: 9 *Bryopsida* e 6 *Marchantiopsida*. L'indagine condotta nei pauli di Iglesias-Domusnovas ha portato al censimento di 6 specie: 5 *Bryopsida* e 1 *Marchantiopsida*. Questi dati, relativi al censimento condotto, testimoniano come la ricchezza briofloristica evidenziata, è indipendente dal numero di stagni temporanei presenti in ciascun sito, come dimostrato dall'elevato numero di entità censite nei siti (Monte Arci, Buddusò, Campeda, Margine-Goceano) che presentano un limitato numero di pauli. Di conseguenza, è importante analizzare quali fattori ambientali hanno un ruolo chiave nel determinare la composizione e ricchezza della brioflora di questi ecosistemi.

In figura 14, è riportato il risultato dell'ANOVA test relativo al fattore della ricchezza Briofloristica analizzata per siti. Particolarmente ricchi, se si considera il limitato numero di pozze presenti in alcuni siti considerati, risultano: Monte Arci, Capo Frasca, e Margine-Goceano. Il test di Tukey (figura 16) mette in evidenza, confrontando la ricchezza per coppie di siti, quali siti si differenziano tra loro, e quali invece non manifestano diversità in relazione al fattore considerato. Con una significatività compresa tra i seguenti valori $0.01 < p < 0.05$, il sito Monte Arci si differenzia dalla: Giara di Gesturi, Capo Frasca, Monte Arcosu e Iglesias-Domusnovas. La diversità, messa in relazione alla ricchezza della brioflora di questo sito, trova giustificazione nella presenza di 8 specie, non presenti negli altri siti, tra le quali *Phaeoceros laevis*, l'unica *Anthocerothaceae* censita. La metodologia di campionamento lungo i transeetti Nord/Sud ed Est/Ovest non ha rilevato presenza di un gradiente di distribuzione relativo all'esposizione, di conseguenza le specie mostrano una

uniformità distributiva; probabilmente nella tipologia di habitat indagato l'esposizione non è un fattore condizionante la ricchezza brio floristica.

RICCHEZZA FLORISTICA IN RELAZIONE AI FATTORI AMBIENTALI

L'analisi della relazione tra ricchezza di specie e fattori ambientali è stata condotta utilizzando statistiche univariate classiche, quali l'analisi della varianza ad una via. Per osservare la correlazione tra fattori ambientali indagati è stata utilizzata la correlazione di Spearman (figura 20) applicata a tutti i fattori ambientali indagati quali: i siti, la ricchezza briofloristica, l'altitudine, la dimensione, la copertura vegetativa, e la geologia.

Tra ricchezza di specie e siti esiste una correlazione positiva (figura 14); i siti si differenziano per il fattore ricchezza. In particolare i siti più ricchi risultano: Monte Arci, Marghine-Goceano, Buddusò, Abbasanta Rio-Siddu e Capo Frasca. Il fattore che accomuna questi siti e che probabilmente è la causa della maggiore ricchezza ivi individuata è la minore profondità (15 cm circa) riscontrata nel maggior numero di pauli appartenenti a questi siti.

Così come è positiva la correlazione tra ricchezza e copertura vegetale. C'è una correlazione diretta anche tra dimensione dei pauli e copertura vegetale. I risultati dell'ANOVA applicato alla ricchezza e dimensione (figura 10) non è significativo. I pauli di maggiori dimensioni presentano una minore ricchezza; questo risultato potrebbe trovare spiegazione se si considerano i limiti della capacità di dispersione delle spore causati dalle maggiori dimensioni dei pauli considerati. In figura 15, è mostrato il risultato tra ricchezza e copertura vegetale, i siti più ricchi presentano una copertura a macchia mediterranea, soprattutto arbusti di piccole dimensioni, alla base dei quali si vengono a creare ulteriori ambienti, all'interno dei quali le condizioni favorevoli di umidità ed ombra contribuiscono non solo ad arricchire e a diversificare ulteriormente la brioflora, ma a preservarla all'arrivo della stagione secca.

Non è significativo neanche il risultato dell'analisi condotta tra la ricchezza e la natura del substrato, (figura 11) quindi substrati rocciosi come basalto e granito o sabbiosi non influenzano la ricchezza della brioflora, questo risultato non stupisce ma piuttosto conferma la capacità di adattamento della Brioflora, che non avendo radici che debbano penetrare il substrato si adattano a qualunque tipologia di suolo (Aleffi & Tacchi 2008).

Per mettere in evidenza eventuali relazioni esistenti tra specie e fattori ambientali è stato utilizzato l'*Indicator value* una procedura utilizzata per mettere in evidenza la specificità e la fedeltà di ciascuna specie nei confronti dei fattori studiati. L'*Ind Val* combina la relativa abbondanza di una specie (specificity) con la relativa frequenza con la quale ogni specie compare nel gruppo dei siti considerati (fidelity). Queste due componenti sono strettamente associate, in quanto un *Indicator species* per essere definita come la più caratteristica di un tipo di fattore (es. tipo di copertura vegetale) deve essere trovata soprattutto in quel tipo di copertura vegetale ed essere presente nella maggior parte dei siti appartenenti a quella area. Di conseguenza se una specie è stata trovata con una elevata presenza in un singolo sito di un'area e solamente in quella area, si può concludere che la specie ha una specificità per quella area ma non può essere considerata come un *Indicator species*. Alternativamente se una specie è presente in tutti i siti di una area ma con una abbondanza relativamente bassa, possiamo concludere che ha un'alta fedeltà per quella area ma non può essere considerata come un *Indicator species*.

L'*Indicator Value* nel caso specifico dei siti, (fig. 17) ha evidenziato risultati statisticamente significativi per 6 specie: indicative per i rispettivi siti: per Monte Arci: *Dydimodon fallax*, *Eurhynchium pulchellum*, *Rhynchostegiella curviseta* e *Riccia crozalsii*; per Capo Frasca: *Dydimodon vinealis*; per Media valle altopiano di Abbasanta: *Tortella tortuosa*; per Marghine-Goceano: *Hygroamblystegium tenax*; questo risultato trova spiegazione nell'appartenenza delle specie ad una specifica classe di substrato (Hill *et al.* 2007), le specie indicatrici per il sito di Monte Arci e Marghine-Goceano risultano avere un'alta specificità per il substrato "roccia dura", così come quelle per Capo Frasca e il sito media valle e Altopiano di Abbasanta Rio-Siddu sono specifiche per la tipologia di substrato "suolo sabbioso".

In figura 18, sono mostrate le specie indicative per le diverse dimensioni rappresentative dei pauli indagati: *Bartramia pomiformis* e *Leptodictium riparium*, per i pauli di grandi dimensioni, *Fossombronia pusilla* per quelli di piccolissima dimensione. Entrambe le specie indicatrici per i pauli di grande dimensione sono perenni con spore di piccole dimensioni, caratteristica che facilita la capacità di dispersione e quindi avvantaggia queste specie nella colonizzazione di spazi più ampi. Al contrario la *Fossombronia pusilla* è annuale, le spore sono di grandi dimensioni (25-50 fino a 200 µm) quindi hanno una scarsa capacità di dispersione, di conseguenza questa specie ha una migliore fitness in un ambiente di dimensioni ridotte.

L'*Indicator Value* (tab. 4) applicato al fattore copertura vegetale, geologia e tipologia di pascolo non ha evidenziato specie indicatrici. L'assenza di specie indicatrici per il substrato non stupisce se si tiene conto della capacità di adattamento della brioflora a qualunque tipologia di suolo. Mentre per quanto riguarda i risultati relativi alla copertura vegetale e tipologia di pascolo, probabilmente non sono fattori in grado di incidere in maniera diretta sulla componente briofitica dei siti.

VARIABILITA' STAGIONALE DELLA BRIOFLORA DEGLI STAGNI MEDITERRANEI

CINTURA ESTERNA O ZONA ECCEZIONALMENTE INONDATA

La maggior parte delle specie, 94 (su un totale di 141 specie) sono più frequenti nella cintura esterna, e l'*Indicator Value* ha dato risultati significativi con $p^{**} < 0,01$ per quattro specie: *Bartramia stricta*, *Didymodon insulanus*, *Grimmia lisae*, e *Platyhypnidium riparioides*, si tratta soprattutto di specie colonizzatrici con vita breve. La cui strategia comprende spore piccole (<20 µm) e molto persistenti. Queste specie hanno la capacità di realizzare vaste popolazioni in un breve

periodo di sviluppo vegetativo: per questo motivo tale tattica è spesso associata ad ambienti caratterizzati da perturbazioni imprevedibili, per cui perfettamente adattate a questa cintura esterna che non è sempre interessata dalle inondazioni (Fig 1 in Appendice).

CINTURA INTERMEDIA O ZONA EMERGENTE

Un numero altrettanto consistente: 38 specie è stato rinvenuto nella cintura intermedia, ma non tutte le specie sono ubiquitarie di questa zona specifica: come: *Tortula marginata* e *Kindbergia praelonga* presenti anche nella cintura interna. Mentre: *Archidium alternifolium*, *Bryum mildeanum*, *Conocephalum conicum*, *Dicranella humilis*, *Oxyrrhynchium pumilum*, e *Ptychostomum compactum*, sono specie indicatrici per la cintura intermedia con una significatività $p^* < 0.05$. Si tratta soprattutto di specie perenni con spore piccole ($< 20 \mu\text{m}$) molto resistenti con capacità di dispersione variabile.

CINTURA INTERNA

Delle 31 specie localizzate nella cintura interna, la componente maggiore è rappresentata da specie annuali e perenni appartenenti alla Divisione *Marchantiophyta* come il genere: *Riccia* e *Fossombronia*, ma anche alla Divisione *Bryophyta* come *Ephemerum* e *Fissidens*. L'Indicator Value non ha evidenziato la presenza di specie significative per la cintura interna, sebbene le specie rinvenute in questa particolare fascia, siano soprattutto epatiche. Il genere *Riccia* sebbene presente anche nella cintura esterna, è stato rinvenuto di frequente in questa zona, soprattutto durante il periodo di disseccamento delle pozze. Essendo specie annuali, hanno una vita breve (effimera) per cui il loro habitat ideale deve essere un ambiente ciclico con periodi corti. Il loro ciclo biologico è condizionato dalle fluttuazioni stagionali e dai periodi di stress che la specie riesce a superare nello stadio di spora.

SPECIE INDIFFERENZIALI

Sono state ritrovate con la stessa frequenza in tutte e tre le cinture due epatiche: *Conocephalum conicum* e *Fossombronia caespitiformis*. *Conocephalum conicum* è una specie perenne (long lived-shuttle), mentre *Fossombronia caespitiformis* è annuale (annual shuttle) a vita breve, tipiche di habitat di crescita con possibilità di riapparire frequentemente o nella stessa comunità o nelle immediate vicinanze (During 1979).

In figura 20, il risultato del test di Spearman applicato alla profondità correlata a tutti i fattori ambientali indagati, quali: pauli, siti, ricchezza, altitudine, dimensione, copertura vegetale, geologia. La profondità è inversamente proporzionale alla ricchezza, quindi i pauli in cui l'acqua raggiunge una profondità di 30 cm e oltre, hanno una minore ricchezza briofloristica, viceversa risultano più ricchi i pauli in cui il livello massimo dell'acqua è di 15 cm circa. È inversamente correlata al fattore copertura vegetale, quindi i pauli in cui la profondità è maggiore presentano una minore copertura vegetale, di conseguenza la maggiore profondità in questi habitat influenza negativamente anche la vegetazione "superiore". Il test non evidenzia alcuna correlazione tra altitudine e profondità, mentre si ha una correlazione negativa tra profondità e natura geologica del substrato, che o roccioso o sabbioso non influisce sulla profondità dei pauli.

FIGURA 1: SPECIE INDICATRICI:

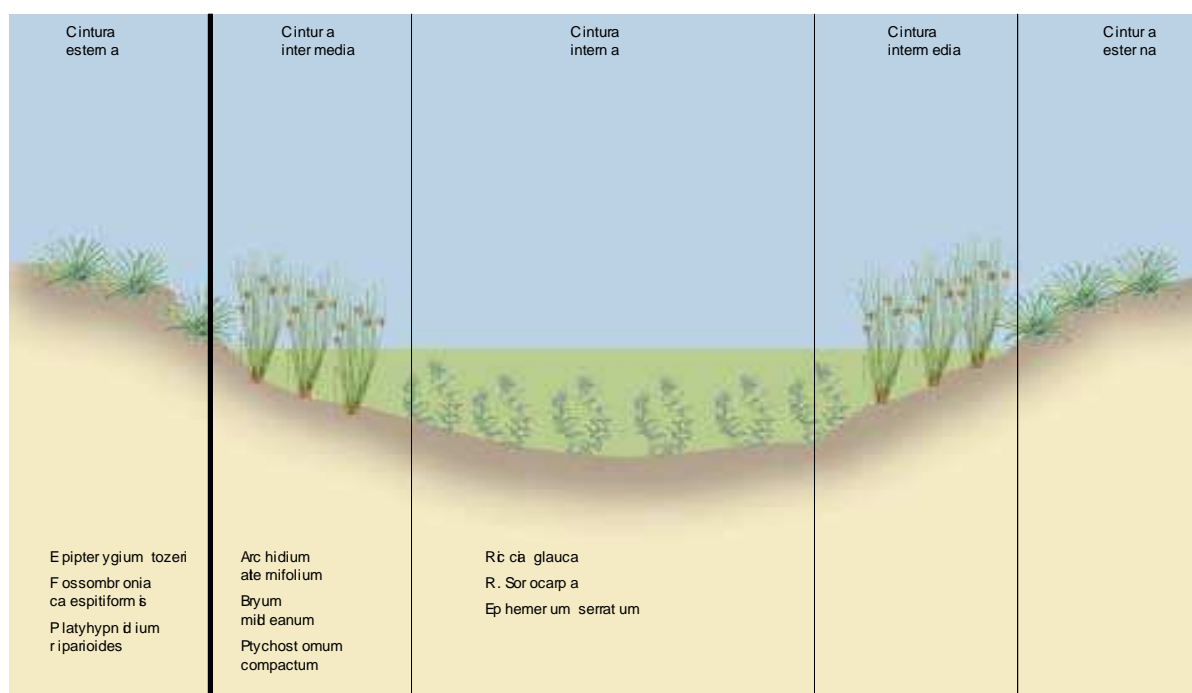


TABELLA 1: TAXA E RISPETTIVI DATI COROLOGICI ED ECOLOGICI

TAXA	COROLOGY	HUMIDITY	PH	LIGHT	LIFE STRATEGY	GROWTH FORMS	LIFE FORMS	HUMAN IMPACT
Archidium alternifolium	Europea Southern-Temperate	Hygrophytic-xerophytic	Acidophytic- subneutrophytic	Photophytic	Short-lived shuttle	Acrocarpo	Turf	Oligo-euhem
Barbula convoluta	Circumpolar Wide-Temperate	Mesophytic-xerophytic	Subneutrophytic-basiphytic	Photophytic	Colonist	Acrocarpo	Turf	Eu-polyhem
Barbula unguiculata	Circumpolar Wide-Temperate	Hygrophytic-xerophytic	Acidophytic- subneutrophytic	Photophytic	Colonist	Acrocarpo	Turf	Meso-polyhem
Bartramia pomiformis	Circumpolar Boreo-Temperate	Hygrophyt-mesophyt	Acidophytic	Sciophytic	Long live shuttle	Acrocarpo	Tuft	Ahem-mesohem
Bartramia stricta	Circumpolar Boreo-Temperate	Xerophytic	Acidophytic- subneutrophytic	Sciophytic-Photophytic	Long live shuttle	Acrocarpo	Tuft	Ahem-mesohem
Brachythecium glareosum	Eurasian Boreo-Temperate	Mesophytic-xerophytic	Subneutrophytic	Sciophytic-Photophytic	Competitive perennial	Pleurocarpo	Mat, rough	Ahem-euhem
Brachythecium rivulare	Circumpolar Boreo-Temperate	Amphiphytic	Acidophytic- subneutrophytic	Sciophytic-Photophytic	Competitive perennial	Pleurocarpo	Mat, rough	Ahem-mesohem
Brachythecium rutabulum	European Temperate	Hygrophyt-mesophyt	Acidophytic	Sciophytic	Competitive perennial	Pleurocarpo	Mat, rough	Meso-euhem
Brachythecium salebrosum	Circumpolar Wide Boreal	Hygrophytic-mesophyt	Acidophytic- subneutrophytic	Sciophytic-Photophytic	Competitive perennial	Pleurocarpo	Mat, rough	Ahem-mesohem
Brachytheciastrum velutinum	Circumpolar Temperate	Mesophytic-xerophytic	Acidophytic	Sciophytic-Photophytic	Perennial	Pleurocarpo	Mat, rough	Oligo-euhem
Bryum alpinum	European Temperate	Hygrophytic	Acidophytic	Photophytic	Competitive perennial	Acrocarpo	Turf	Ahem-euhem
Bryum argenteum	Circumpolar Wide Boreal	Mesophytic-xerophytic	Subneutrophytic	Photophytic	Colonist	Acrocarpo	Turf	Meso-polyhem
Bryum dichotomum	European Wide-Temperate	Mesophytic-xerophytic	Subneutrophytic	Photophytic	Pioneer Colonist	Acrocarpo	Short turf	Eu-polyhem
Bryum elegans	European Boreal-Montane	Xerophytic	Basiphytic	Photophytic	Competitive perennial	Acrocarpo	Tuft	Ahem-mesohem
Bryum gemmiparum	Mediterranean-Atlantic	Hygrophytic, amphiphytic	Basiphytic	Photophytic	Colonist	Acrocarpo	Turf	Oligohem
Bryum kunzei	Cosmopol	Mesophytic-xerophytic	Subneutrophytic	Photophytic	Colonist	Acrocarpo	Tuft	Meso-euhem
Bryum mildcanum	European Boreal-Montane	Hygrophytic	Subneutrophytic	Sciophytic-Photophytic	Perennial	Acrocarpo	Cushion	Ahem-oligohem
Bryum radiculosum	Submediterranean-Subatlantic	Xerophytic	Basiphytic	Photophytic	Ephemeral colonist	Acrocarpo	Cushion	Meso-euhem
Bryum torquescens	Mediterranean-Atlantic	Hygrophytic-xerophytic	Basiphytic	Photophytic	Long live shuttle	Acrocarpo	Turf	Oligo-euhem
Bryum turbinatum	Eurasian Boreal-Montane	Hygrophytic	Acidophytic- subneutrophytic	Photophytic	Long live shuttle	Acrocarpo	Turf	Oligo-mesohem
Calliergonella cuspidata	Circumpolar Temperate	amphiphytic	Acidophytic	Sciophytic-Photophytic	Competitive perennial	Pleurocarpo	Wet	Ahem-euhem
Campylopus pilifer	Oceanic Southern-Temperate	Xerophytic	Acidophytic	Photophytic	Long live shuttle	Acrocarpo	Tuft	Ahem-mesohem
Cephalozella calciculata	Mediterranean-Atlantic	Hygrophytic-xerophytic	Acidophytic	Photophytic	Colonist	Epatica fogliosa	Solitary creeping	Oligo-euhem
Cheilothea chloropus	Mediterranean-Atlantic	Xerophytic	Subneutrophytic	Photophytic	Colonist	Acrocarpo	Turf	Eu-polyhem
Conocephalum conicum	Subboreal-Montane	Hygrophytic	Basiphytic	Sciophytic-Photophytic	Long live shuttle	Epatica fogliosa	Mat thalloid	Ahem-euhem
Corsinia coriandrina	Suboceanic Mediterranean	Xerophytic	Acidophytic	Sciophytic-Photophytic	Short-lived shuttle	Epatica fogliosa	Mat	Oligo-mesohem
Dialytichia macronota	Mediterranean-Atlantic	Hygrophytic, Rheophytic,	Subneutrophytic	Photophytic	Colonist	Acrocarpo	Tuft	Mesohem
Dicranella howei	Suboceanic-Mediterranean	Xerophytic	Basiphytic	Photophytic	Colonist	Acrocarpo	Short turf	Meso-euhem
Dicranella humilis	Temperate-Boreal	Hygrophytic-mesophyt	Acidophytic- subneutrophytic	Photophytic	Colonist	Acrocarpo	Short turf	Meso-euhem
Dicranella varia	Circumpolar Boreo-Temperate	Hygrophytic	Basiphytic	Photophytic	Ephemeral colonist	Acrocarpo	Turf	Euhem
Dicranum majus	Circumpolar Boreo-Temperate	Mesophytic	Acidophytic	Sciophytic-Photophytic	Competitive perennial	Acrocarpo	Tuft	Ahem-mesohem
Dicranum polysetum	Circumpolar Boreo-Montane	Mesophytic	Acidophytic	Photophytic	Competitive perennial	Acrocarpo	Tuft	Ahem-mesohem
Didymodon fallax	Circumpolar Southern-Temperate	Hygrophytic-xerophytic	Subneutrophytic	Photophytic	Colonist	Acrocarpo	Turf	Meso-polyhem
Didymodon insulans	Eurasian Southern-Temperate	Hygrophyt-mesophyt	Subneutrophytic	Sciophytic-Photophytic	Colonist	Acrocarpo	Turf	Meso-euhem
Didymodon luridus	Submediterranean-Subatlantic	Xerophytic	Basiphytic	Photophytic	Colonist	Acrocarpo	Turf	Meso-euhem
Didymodon rigidulus	Circumpolar Boreo-Temperate	Xerophytic	Subneutrophytic	Sciophytic-Photophytic	Colonist	Acrocarpo	Tuft	Ahem-euhem
Didymodon spadiceus	European Temperate	Hygrophytic	Basiphytic	Sciophytic-Photophytic	Colonist	Acrocarpo	Tuft	Ahem-mesohem
Didymodon vinealis	European Southern-Temperate	Xerophytic	Subneutrophytic-basiphytic	Photophytic	Colonist	Acrocarpo	Tuft	Meso-euhem
Distichium capillaceum	Circumpolar Boreo-Arctic Montane	Mesophytic	Acidophyt-basiphytic	Sciophytic-Photophytic	Pioneer Colonist	Acrocarpo	Tuft	Ahem-mesohem
Encalpta ciliata	Circumpolar Boreo-Montane	Mesophytic-xerophytic	Subneutrophytic-basiphytic	Sciophytic-Photophytic	Long live shuttle	Acrocarpo	Tuft	Ahem-mesohem
Ephemenum minutissimum	European Temperate	Hygrophytic-mesophyt	Acidophytic- subneutrophytic	Photophytic	annual shuttle	Acrocarpo	Turf, protonemal	Euhem
Ephemenum serratum	European Temperate	Hygrophytic-mesophyt	Acidophytic- subneutrophytic	Photophytic	annual shuttle	Acrocarpo	Turf protonemal	Euhem
Epipterygium tozeri	Mediterranean-Atlantic	Hygrophytic-mesophyt	Acidophytic- subneutrophytic	Sciophytic-Photophytic	Colonist	Acrocarpo	Turf, scattered	Oligo-mesohem
Eurhynchiastrum pulchellum var. pulchellum	Subboreal Montane	Mesophytic-xerophytic	Acidophytic- subneutrophytic	Sciophytic-Photophytic	Stress tolerant perennial	Pleurocarpo	Mat, rough	Oligo-mesohem
Fissidens crispus	Mediterranean-Atlantic	Mesophytic-xerophytic	Subneutrophytic	Sciophytic-Photophytic	Ephemeral colonist	Acrocarpo	Short turf	Oligo-euhem
Fissidens ovatifolius	Mediterranean Suboceanica	Hygrophytic-mesophyt	Subneutrophytic	Sciophytic	Long live shuttle	Acrocarpo	Short turf	Ahem-mesohem
Fissidens taxifolius	European Southern-Temperate	Mesophytic	Acidophytic- subneutrophytic	Sciophytic-Photophytic	Colonist	Acrocarpo	Short turf	Meso-euhem
Fissidens viridulus	Circumpolar Wide-Temperate	Hygrophytic-mesophyt	Subneutrophytic	Sciophytic-Photophytic	Ephemeral colonist	Acrocarpo	Short turf	Oligo-euhem
Fossombronina angulosa	Oceanic Mediterranean	Hygrophytic-mesophyt	Acidophytic	Sciophytic-Photophytic	Annual shuttle	Epatica tallosa	Mat smooth	Meso-euhem
Fossombronina caespitiformis	Mediterranean-Atlantic	Mesophytic-xerophytic	Acidophytic	Photophytic	Annual shuttle	Epatica tallosa	Solitary creeping	Meso-euhem
Fossombronina pusilla	Suboceanic Submediterranean	Hygrophytic-mesophyt	Acidophytic	Photophytic	Annual shuttle	Epatica tallosa	Solitary creeping	Oligo-euhem
Frullania dilatata	Circumpolar Temperate	(Aero-) Hygrophytic - xerophytic	Acidophytic- subneutrophytic	Sciophytic-Photophytic	Long live shuttle	Epatica fogliosa	Mat smooth	Ahem-mesohem
Funaria hygrometrica	Circumpolar Wide-Temperate	Hygrophytic-mesophytic	Acidophytic- subneutrophytic	Sciophytic-Photophytic	Fugitive	Acrocarpo	Tuft	Eu-polyhem
Gongylantus ericetorum	Mediterranean-Atlantic	Hygrophytic-xerophytic	Acidophytic	Photophytic	Long live shuttle	Epatica fogliosa	Solitary creeping	Ahem-mesohem
Grimmia anodon	Circumpolar Wide-Temperate	Xerophytic	Subneutrophytic	Photophytic	Stress tolerant perennial	Acrocarpo	Cushion	Ahem-mesohem
Grimmia laevigata	Circumpolar Southern-Temperate	Xerophytic	Acidophytic- subneutrophytic	Photophytic	Colonist	Acrocarpo	Cushion	Oligo-mesohem
Grimmia lisae	Mediterranean-Atlantic	Hygrophytic-mesophyt	Acidophytic- subneutrophytic	Sciophytic	Colonist	Acrocarpo	Turf	Ahem-oligohem
Grimmia orbicularis	Submediterranean-Subatlantic	Xerophytic	Subneutrophytic-basiphytic	Photophytic	Colonist	Acrocarpo	Cushion	Oligo-mesohem
Grimmia pulvinata	Circumpolar Southern-Temperate	Xerophytic	Acidophyt-Basiphytic	Photophytic	Colonist	Acrocarpo	Cushion	Meso-euhem
Grimmia trichophylla	Circumpolar Wide-Temperate	Hygrophytic-xerophytic	Acidophytic- subneutrophytic	Sciophytic-Photophytic	Pioneer colonist	Acrocarpo	Cushion	Oligo-mesohem
Homalothecium aureum	Mediterranean-Montane	Xerophytic	Basiphytic	Photophytic	Perennial	Pleurocarpo	Tail	Ahem-mesohem
Homalothecium lutescens	European Southern-Temperate	Mesophytic-xerophytic	Subneutrophytic	Photophytic	Perennial	Pleurocarpo	Wet	Ahem-mesohem
Homalothecium sericeum	Euroisiberian Southern-Temperate	Xerophytic	Basiphytic	Sciophytic-Photophytic	Perennial	Pleurocarpo	Mat, rough	Ahem-mesohem
Hygroamblystegium tenax	Circumpolar Temperate	Hygrophytic	Subneutrophytic	Sciophytic-Photophytic	Perennial	Pleurocarpo	Mat, rough	Oligohem
Hypnum andoi	Suboceanic Temperate	Mesophytic	Acidophytic	Sciophytic-Photophytic	Perennial	Pleurocarpo	Mat smooth	Oligo-euhem
Hypnum cupressiforme var. cupressiforme	Circumpolar Wide-Temperate	Mesophytic-xerophytic	Acidophytic- subneutrophytic	Sciophytic-Photophytic	Stress tolerant perennial	Pleurocarpo	Mat smooth	Oligo-euhem
Hypnum cupressiforme var. resupinatum	Circumpolar Temperate	Mesophytic	Acidophytic	Sciophytic	Stress tolerant perennial	Pleurocarpo	Mat, rough	Oligo-euhem
Hypnum jutlandicum	Suboceanic Temperate	Hygrophytic-mesophyt	Acidophytic	Photophytic	Perennial	Pleurocarpo	Mat smooth	Oligo-mesohem
Hypnum revolutum	Mesophytic-xerophytic	Mesophytic-xerophytic	Subneutrophytic	Sciophytic-Photophytic	Perennial	Pleurocarpo	Mat, rough	Ahem-oligohem
Isoetecium alopecuroides	European Boreo-Temperate	Mesophytic	Acidophytic- subneutrophytic	Sciophytic	Stress tolerant perennial	Pleurocarpo	Dendroid	Ahem-oligohem

c

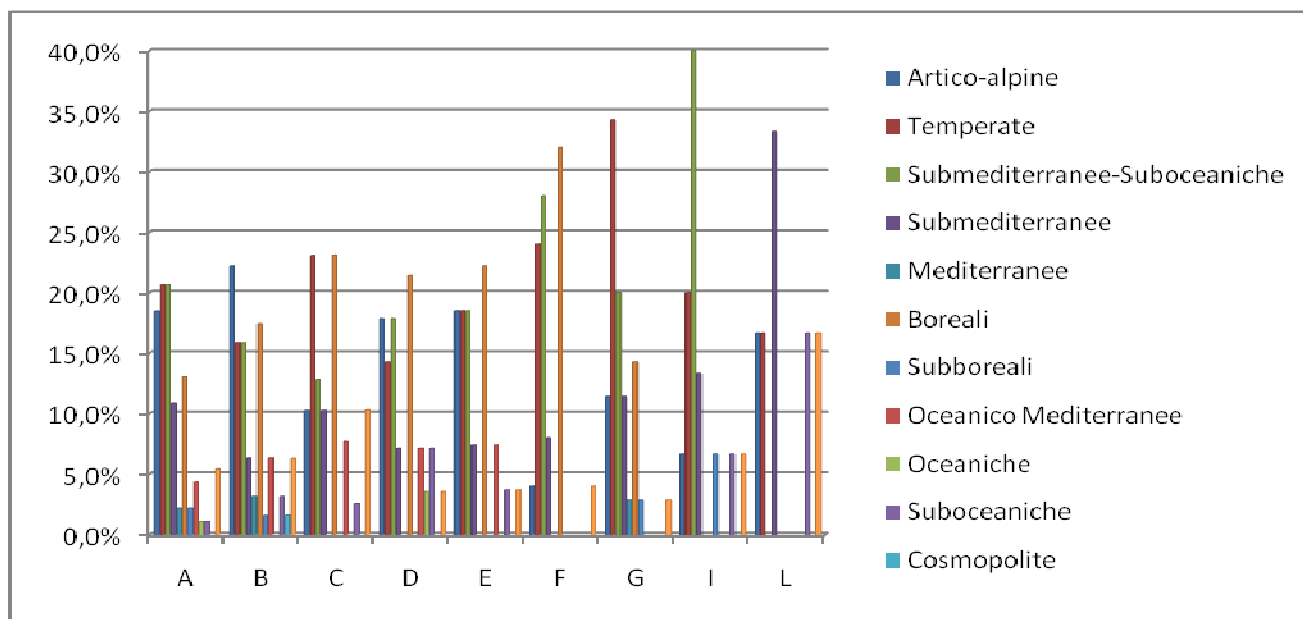
TAXA	COROLOGY	HUMIDITY	PH	LIGHT	LIFE STRATEGY	GROWTH FORMS	LIFE FORMS
<i>Isoetecium myosuroides</i>	Suboceanic Boreo-Temperate	Hygrophytic-mesophyt	Acidophytic- subneutrophytic	Sciophytic	Stress tolerant perennial	Pleurocarpo	Dendroid
<i>Kindbergia praelonga</i>	European Temperate	Hygrophytic	Acidophytic- subneutrophytic	Sciophytic	Perennial	Pleurocarpo	Mat, rough
<i>Leptodictyum riparium</i>	Circumpolar Temperate	Hygro-amphiphytic	Subneutrophytic	Sciophytic-Photophytic	Perennial	Pleurocarpo	Mat, rough
<i>Metzgeria conjugata</i>	Suboceanic Montane	Hygrophytic-mesophytic	Subneutrophytic	Sciophytic	Long live shuttle	Epatica tallosa	Weft
<i>Microbryum davallianum</i>	Submediterranean-Subatlantic	Seasonally hygrophytic	Subneutrophytic-basiphytic	Photophytic	Annual shuttle	Acrocarpo	Turf, scattered
<i>Oncophorus virens</i>	Circumpolar Boreo-Arctic Montane	Hygrophytic	Acidophyt-Basiphytic	Photophytic	Long live shuttle	Acrocarpo	Turf
<i>Orthotrichum tenellum</i>	Submediterranean-Subatlantic	Xerophytic	Subneutrophytic	Photophytic	Colonist	Acrocarpo	Cushion
<i>Oxvrrhynchium hians</i>	Circumpolar Temperate	Hygrophytic-mesophytic	Acidophyt-basiphytic	Sciophytic-Photophytic	Pioneer colonist	Pleurocarpo	Mat, rough
<i>Oxvrrhynchium pumilum</i>	Submediterranean Subatlantic	Xerophytic	Subneutrophytic	Sciophytic	Perennial	Pleurocarpo	Mat, rough
<i>Oxvrrhynchium speciosum</i>	European Temperate	Hygrophytic-mesophyt	Acidophytic- subneutrophytic	Sciophytic-Photophytic	Perennial	Pleurocarpo	Mat, rough
<i>Petalophyllum ralfsii</i>	Mediterranean-Atlantic	Hygrophytic	Subneutrophytic	Photophytic	Short-lived shuttle	Epatica tallosa	Solitary thalloid
<i>Phaeoceros laevis</i>	Suboceanic Submediterranean	Hygrophytic-mesophyt	Acidophytic- subneutrophytic	Sciophytic-Photophytic	Annual shuttle	Tallosa	Mat thalloid
<i>Phylonotis amelii</i>	European Temperate	Hygrophytic	Acidophytic- subneutrophytic	Sciophytic-Photophytic	Long live shuttle	Acrocarpo	Turf
<i>Phylonotis caespitosa</i>	Circumpolar Boreo-Temperate	Hygrophytic, rheophytic	Acidophytic- subneutrophytic	Photophytic	Long live shuttle	Acrocarpo	Turf
<i>Plagiothecium denticulatum</i>	Circumpolar Boreo-Temperate	Hygrophytic-mesophyt	Acidophytic	Sciophytic-Photophytic	Competitive perennial	Pleurocarpo	Mat smooth
<i>Platyhypnidium riparioides</i>	Circumpolar Southern-Temperate	Hygrophytic, rheophytic, amphiphytic	Acidophytic- subneutrophytic	Sciophytic-Photophytic	Perennial	Pleurocarpo	Mat smooth
<i>Pleurochaete squarrosa</i>	Submediterranean-Subatlantic	Xerophytic	Basiphytic	Photophytic	Pioneer colonist	Acrocarpo	Turf
<i>Pogonatum nanum</i>	European Temperate	Mesophytic-xerophytic	Acidophytic	Sciophytic-Photophytic	Colonist	Acrocarpo	Turf protonemal
<i>Pohlia elongata</i>	Circumpolar Boreal montane	Mesophytic	Acidophytic	Sciophytic-Photophytic	Competitive perennial	Acrocarpo	Tuft
<i>Pottopsis caespitosa</i>	European Temperate	Xerophytic	Basiphytic	Photophytic	Ephemeral colonist	Acrocarpo	Turf, scattered
<i>Pseudocrossidium hornschiuanum</i>	Euro Siberian Southern-temperate	Mesophytic-xerophytic	Subneutrophytic	Photophytic	Colonist	Acrocarpo	Turf
<i>Pseudoscleropodium purum</i>	European Temperate	Mesophytic	Acidophyt-Basiphytic	Sciophytic-Photophytic	Perennial	Pleurocarpo	Weft
<i>Pseudotaxifillum elegans</i>	Suboceanic Boreo-Temperate	Mesophytic	Acidophytic	Sciophytic	Competitive perennial	Pleurocarpo	Mat smooth
<i>Pterogonium gracile</i>	Submediterranean Subatlantic	Hygrophytic-xerophytic	Subneutrophytic	Sciophytic-Photophytic	Long live shuttle	Pleurocarpo	Mat, rough
<i>Pychoxostomum capillare</i>	Circumpolar Boreo-Temperate	Mesophytic-xerophytic	Subneutrophytic-basiphytic	Sciophytic-Photophytic	Colonist	Acrocarpo	Short turf
<i>Pychoxostomum compactum</i>	Circumpolar Boreo-Temperate	Hygrophytic-xerophytic	Acidophytic- subneutrophytic	Sciophytic-Photophytic	Short-lived shuttle	Acrocarpo	Short turf
<i>Pychoxostomum donianum</i>	Mediterranean-Atlantic	Xerophytic	Subneutrophytic-basiphytic	Sciophytic-Photophytic	Colonist	Acrocarpo	Short turf
<i>Pychoxostomum imbricatum</i>	Circumpolar Boreo-Temperate	Mesophytic-xerophytic	Subneutrophytic-basiphytic	Photophytic	Colonist	Acrocarpo	Short turf
<i>Pychoxostomum pallens</i>	Circumpolar Wide-Boreal	Hygrophytic	Acidophytic- subneutrophytic	Photophytic	Short-lived shuttle	Acrocarpo	Short turf
<i>Pychoxostomum pallescens</i>	Circumpolar Boreo-Temperate	Hygrophytic-xerophytic	Acidophytic- subneutrophytic	Photophytic	Colonist	Acrocarpo	Short turf
<i>Pychoxostomum pseudotriquetrum</i>	Circumpolar Wid- Boreal	Hygrophytic	Subneutrophytic	Sciophytic-Photophytic	Competitive perennial	Acrocarpo	Turf
<i>Pychoxostomum rubens</i>	European Temperate	Mesophytic	Acidophyt-Basiphytic	Photophytic	Stress tolerant perennial	Acrocarpo	Short turf
<i>Rhynchostegiella curviseta</i>	Mediterranean-Atlantic	Hygrophytic-xerophytic	Acidophyt-Basiphytic	Sciophytic	Stress tolerant perennial	Pleurocarpo	Mat smooth
<i>Rhynchostegiella litorea</i>	European Southern-Temperate	Hygrophytic	Basiphytic	Sciophytic	Stress tolerant perennial	Pleurocarpo	Mat, rough
<i>Rhynchostegium confertum</i>	European Temperate	Hygrophytic-mesophyt	Subneutrophytic	Sciophytic	Perennial	Pleurocarpo	Mat, rough
<i>Rhynchostegium megapolitanum</i>	Submediterranean-Subatlantic	Hygrophytic-xerophytic	Subneutrophytic	Sciophytic-Photophytic	Perennial	Pleurocarpo	Mat, rough
<i>Riccia beyrichiana</i>	Mediterranean-Atlantic	Hygrophytic-mesophyt	Acidophytic- subneutrophytic	Photophytic	Annual shuttle	Epatica tallosa	Solitary thalloid
<i>Riccia bifurca</i>	Mediterranean-Atlantic	Hygrophytic-xerophytic	Subneutrophyt	Photophytic	Annual shuttle	Epatica tallosa	Solitary thalloid
<i>Riccia canaliculata</i>	South Temperate	Hygrophytic-mesophyt	Acidophytic	Photophytic	Annual shuttle	Epatica tallosa	Solitary thalloid
<i>Riccia crozalsii</i>	Mediterranean Atlantic	Hygrophytic-xerophytic	Acidophytic- subneutrophytic	Photophytic	Annual shuttle	Epatica tallosa	Solitary thalloid
<i>Riccia glauca</i>	Submediterranean	Hygrophytic-mesophyt	Acidophytic- subneutrophytic	Photophytic	Annual shuttle	Epatica tallosa	Solitary thalloid
<i>Riccia huebeneriana</i>	European Southern-Temperate	Hygrophytic	Acidophytic	Photophytic	Annual shuttle	Epatica tallosa	Solitary thalloid
<i>Riccia michelii</i>	Mediterranean	Mesophytic-xerophytic	Acidophytic	Sciophytic	Annual shuttle	Epatica tallosa	Solitary thalloid
<i>Riccia nigrella</i>	Mediterranean-Atlantic	Hygrophytic-xerophytic	Acidophyt-Basiphytic	Photophytic	Annual shuttle	Epatica tallosa	Solitary thalloid
<i>Riccia sorocarpa</i>	Temperate	Mesophytic-xerophytic	Acidophyt-Basiphytic	Photophytic	Annual shuttle	Epatica tallosa	Solitary thalloid
<i>Sciuroidium hynum populeum</i>	Circumpolar Boreo-Temperate	Mesophytic-xerophytic	Acidophytic- subneutrophytic	Sciophytic	Perennial	Pleurocarpo	Mat, rough
<i>Scleropodium cespitosum</i>	Suboceanic Temperate	Seasonally hygrophytic/inondated	Subneutrophytic	Sciophytic-Photophytic	Perennial	Pleurocarpo	Mat smooth
<i>Scleropodium touretii</i>	Mediterranean Atlantic	Xerophytic	Acidophytic- subneutrophytic	Sciophytic-Photophytic	Perennial	Pleurocarpo	Mat, rough
<i>Scorpidium revolvens</i>	Circumpolar Boreo-Arctic Montane	Hygrophytic	Subneutrophytic	Photophytic	Competitive perennial	Pleurocarpo	Weft
<i>Scorpiurium circinatum</i>	Mediterranean-Atlantic	Xerophytic	Basiphytic	Sciophytic-Photophytic	Perennial	Pleurocarpo	Mat, rough
<i>Scorpiurium deflexifolium</i>	Mediterranean-Atlantic	Seasonally hygrophytic	Subneutrophytic	Sciophytic	Perennial	Pleurocarpo	Mat, rough
<i>Sphaerocarpos michelii</i>	Suboceanic Submediterranean	Hygrophytic-mesophyt	Subneutrophytic	Photophytic	Annual shuttle	Epatica tallosa	Solitary thalloid
<i>Syntrichia laevipila</i>	Submediterranean-Subatlantic	Xerophytic	Subneutrophytic	Photophytic	Colonist	Acrocarpo	Short turf
<i>Syntrichia princeps</i>	European Temperate	Mesophytic-xerophytic	Acidophyt-Basiphytic	Sciophytic-Photophytic	Colonist	Acrocarpo	Short turf
<i>Syntrichia ruralis</i> var. <i>ruraliformis</i>	European Southern-Temperate	Xerophytic	Acidophyt-Basiphytic	Photophytic	Colonist	Acrocarpo	Turf
<i>Syntrichia virescens</i>	European Temperate	Xerophytic	Subneutrophyt-Basiphyt	Sciophytic-Photophytic	Colonist	Acrocarpo	Turf
<i>Thamnobotryum alopecurum</i>	European Temperate	Hygrophytic-mesophyt	Subneutrophytic	Sciophytic	Perennial	Pleurocarpo	Dendroid
<i>Timmiella barbuloidea</i>	Mediterranean	Xerophytic	Basiphytic	Sciophytic-Photophytic	Short-lived shuttle	Acrocarpo	Turf
<i>Tortella flavovirens</i>	Submediterranean-Subatlantic	Xerophytic	Subneutrophytic	Photophytic	Colonist	Acrocarpo	Short turf
<i>Tortella humilis</i>	SubMediterranean	Xerophytic	Acidophytic- subneutrophytic	Sciophytic-Photophytic	Colonist	Acrocarpo	Short turf
<i>Tortella inflata</i>	Mediterranean-Atlantic	Mesophytic-xerophytic	Basiphytic	Sciophytic-Photophytic	Colonist	Acrocarpo	Short turf
<i>Tortella nitida</i>	Mediterranean-Atlantic	Xerophytic	Subneutrophyt-Basiphyt	Photophytic	Stress tolerant perennial	Acrocarpo	Cushion
<i>Tortella tortuosa</i>	Circumpolar Boreo-Temperate	Mesophytic-xerophytic	Basiphytic	Sciophytic-Photophytic	Stress tolerant perennial	Acrocarpo	Tuft
<i>Tortula marginata</i>	Mediterranean-Atlantic	Hygrophytic-mesophyt	Basiphytic	Sciophytic	Colonist	Acrocarpo	Turf
<i>Tortula modica</i>	Circumpolar Temperate	Mesophytic-xerophytic	Acidophytic- subneutrophytic	Photophytic	Ephemeral colonist	Acrocarpo	Short turf
<i>Tortula muralis</i>	Circumpolar Southern-Temperate	Mesophytic-xerophytic	Subneutrophyt-Basiphyt	Sciophytic-Photophytic	Colonist	Acrocarpo	Short turf
<i>Tortula solmsii</i>	Mediterranean-Atlantic	Hygrophytic-xerophytic	Subneutrophyt-Basiphyt	Sciophytic	Colonist	Acrocarpo	Turf
<i>Tortula subulata</i>	Euro Siberian Southern-Temperate	Mesophytic-xerophytic	Subneutrophytic	Sciophytic-Photophytic	Colonist	Acrocarpo	Turf
<i>Tortula truncata</i>	Circumpolar Temperate	Mesophytic	Acidophytic- subneutrophytic	Photophytic	Annual shuttle	Acrocarpo	Turf
<i>Trichostomum brachydontium</i>	Submediterranean-Subatlantic	Mesophytic-xerophytic	Acidophyt-Basiphytic	Sciophytic-Photophytic	Perennial	Acrocarpo	Short turf
<i>Trichostomum crispulum</i>	Circumpolar Southern-Temperate	Mesophytic-xerophytic	Basiphytic	Sciophytic-Photophytic	Colonist	Acrocarpo	Short turf

TABELLA 2: DATI COROLOGICI

Siti	A	B	C	D	E	F	G	I	L
	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Circumpolar Arctic-Montane		3,17%				3,6%	2,9%		
Circumpolar Boreo-Arctic-Montane				3,57%	3,7%				
Circumpolar Boreal montane	1,1%	4,76%	2,56%						
Circumpolar Boreal-Temperate	9,8%	9,52%	12,82%	10,71%	7,40%	7,1%			
Circumpolar Southern-Temperate	3,3%	7,93%	5,12%	7,14%	7,40%	7,1%	2,9%		
Circumpolar Temperate	8,7%	4,76%	2,56%	7,14%	7,40%	7,1%	2,9%		
Circumpolar Wide-Boreal	2,2%	3,17%	7,69%	10,71%	14,81%	14,3%	2,9%		
Circumpolar Wide-Temperate	6,5%	6,34%	2,56%				2,9%	6,7%	16,7%
Cosmopol		1,58%							
Eurasian Boreal-Montane	1,1%	1,58%	2,56%	3,57%	3,7%	3,6%		6,7%	
Eurasian Boreal-Temperate			2,56%						
Eurasian Southern-Temperate	1,1%	1,58%	2,56%						
European Southern-Temperate	5,4%	4,76%	7,69%	7,14%	7,40%	7,1%		6,7%	
European Temperate	8,7%	7,93%	10,25%	7,14%	7,40%	7,1%	22,9%	13,3%	16,7%
European Boreal-Montane	2,2%						5,7%		
European Boreal-Temperate							2,9%		
European Wide-Temperate	1,1%								
Eurosiberian Southern-Temperate	3,3%	3,17%	2,56%				2,9%		16,7%
Mediterranean	1,1%	3,17%							
Mediterranean Atlantic	19,6%	15,87%	12,82%	17,85%	18,51%	17,9%	17,1%	40,0%	
Mediterranean-Montane	1,1%						2,9%		
Mediterranean Suboceanic	1,1%						2,9%		
Oceanic Mediterranean				3,57%		3,6%			
Oceanic Southern-Temperate	1,1%								
South Temperate	1,1%	1,58%		3,57%	3,7%	3,6%			
Subboreal Montane	2,2%	1,58%					2,9%	6,7%	
Submediterranean-Subatlantic	10,9%	4,76%	5,12%	3,57%	3,7%	3,6%	8,6%	13,3%	33,3%
Submediterranean		1,58%	5,12%	3,57%	3,7%	3,6%	2,9%		
Suboceanic Boreal-Temperate	1,1%	3,17%		3,57%	3,7%	3,6%			
Suboceanic Montane	1,1%		2,56%						
Suboceanic Submediterranean		1,58%	2,56%	3,57%	3,7%	3,6%		6,7%	16,7%
Suboceanic Temperate	2,2%	3,17%	5,12%	3,57%	3,7%	3,6%			
Suboceanic-Mediterranean	1,1%	1,58%							
Temperate	1,1%	1,58%	2,56%				2,9%		
Temperate-Boreal	1,1%		2,56%						

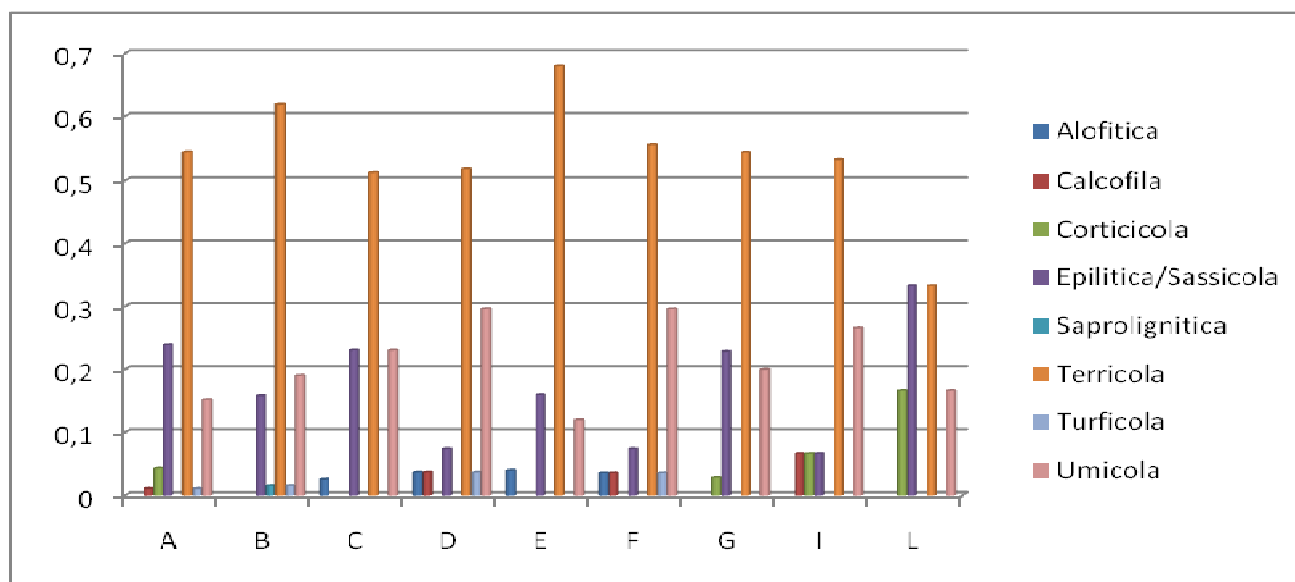
LEGENDA DEI SITI

A= GIARA DI GESTURI, B= MONTE ARCI, C= MEDIA VALLE DEL TIRSO, D= BUDDUSO, E= CAMPEDA, F= CAPO FRASCA, G= MARGHINE-GOCEANO, I=MONTE ARCOSU, L= IGLESIAS- DOMUSNOVAS.



Siti	A		B		C		D		E		F		G		I		L	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Artico-alpine	17	18,5%	14	22,2%	4	10,3%	5	17,9%	5	18,5%	1	4,0%	4	11,4%	1	6,7%	1	16,7%
Temperate	19	20,7%	10	15,9%	9	23,1%	4	14,3%	5	18,5%	6	24,0%	12	34,3%	3	20,0%	1	16,7%
Submediterranean-Suboceaniche	19	20,7%	10	15,9%	5	12,8%	5	17,9%	5	18,5%	7	28,0%	7	20,0%	6	40,0%		
Submediterranean	10	10,9%	4	6,3%	4	10,3%	2	7,1%	2	7,4%	2	8,0%	4	11,4%	2	13,3%	2	33,3%
Mediterranean	2	2,2%	2	3,2%									1	2,9%				
Boreali	12	13,0%	11	17,4%	9	23,1%	6	21,4%	6	22,2%	8	32,0%	5	14,3%				
Subboreali	2	2,2%	1	1,6%									1	2,9%	1	6,7%		
Oceanico Mediterranee	4	4,3%	4	6,3%	3	7,7%	2	7,1%	2	7,4%								
Oceaniche	1	1,1%					1	3,6%										
Suboceaniche	1	1,1%	2	3,2%	1	2,6%	2	7,1%	1	3,7%					1	6,7%	1	16,7%
Continentali	5	5,4%	4	6,3%	4	10,3%	1	3,6%	1	3,7%	1	4,0%	1	2,9%	1	6,7%	1	16,7%

FIGURA 2: SPETTRO COROLOGICO



SITI	A		B		C		D		E		F		G		I		L	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Alofitica					1	2,6%	1	3,7%	1	4,0%	1	3,6%			1	6,7%		
Calcofila	1	1%					1	3,7%			1	3,6%						
Corticicola	4	4%											1	2,9%	1	6,7%	1	16,7%
Epilitica/Sassicola	22	24%	10	15,9%	9	23,1%	2	7,4%	4	16,0%	2	7,4%	8	22,9%	1	6,7%	2	33,3%
Saprolognitica			1	1,6%														
Terricola	50	54%	39	61,9%	20	51,3%	14	51,9%	17	68,0%	15	55,5%	19	54,3%	8	53,3%	2	33,3%
Turficola	1	1%	1	1,6%			1	3,7%			1	3,6%						
Umicola	14	15%	12	19,0%	9	23,1%	8	29,6%	3	12,0%	8	29,6%	7	20,0%	4	26,6%	1	16,7%

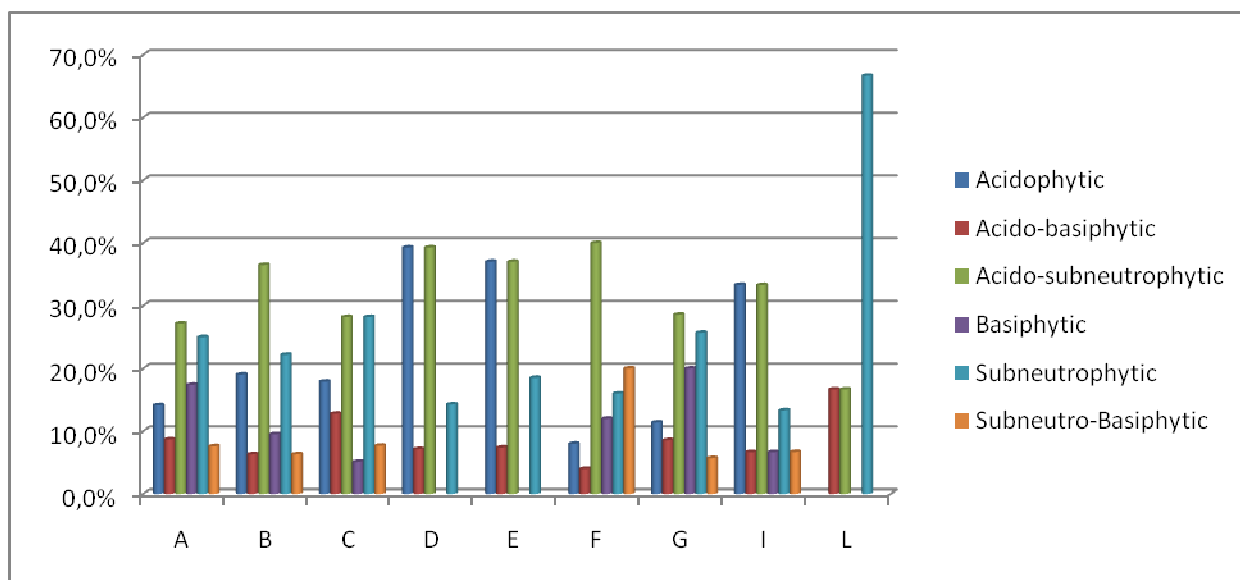
FIGURA 3: SUBSTRATO

TABELLA 3: DATI ECOLOGICI

Siti	A	B	C	D	E	F	G	I	L
Ph	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Acidophytic	14,1%	19,0%	17,9%	39,3%	37,0%	8%	11,4%	33,3%	
Acido-basiphytic	8,7%	6,3%	12,8%	7,1%	7,4%	4%	8,6%	6,7%	16,7%
Acido-subneutrophytic	27,2%	36,5%	28,2%	39,3%	37,0%	40%	28,6%	33,3%	16,7%
Basiphytic	17,4%	9,5%	5,1%			12%	20,0%	6,7%	
Subneutrophytic	25,0%	22,2%	28,2%	14,3%	18,5%	16%	25,7%	13,3%	66,7%
Subneutro-Basiphytic	7,6%	6,3%	7,7%			20%	5,7%	6,7%	
Umidità									
Hygrophytic	14%	14,3%	17,8%	18%	18,5%	28,0%	17,1%	26,6%	
Hygro-amphiphytic	3%	4,8%		3,57%	3,7%				
Hygro-mesophyt	17%	19,0%	25,6%	32%	29,6%	16,0%	17,1%		16,6%
Hygro-xerophytic	15%	9,5%	7,6%	21%	22,2%	24,0%	8,6%	20,0%	
Mesophytic	4%	11,1%	5,1%	7%	7,4%	4,0%	5,7%		
Meso-xerophytic	23%	25,4%	23,1%	11%	11,1%	16,0%	28,5%	20,0%	50,0%
Xerophytic	23%	15,9%	20,5%	7%	7,4%	12,0%	22,8%	13,3%	33,3%
Luce									
Photophytic	43,5%	41,2%	46,2%	64,3%	64%	68%	37,1%	60,0%	33,3%
Sciophytic	17,4%	14,3%	20,5%	17,9%	18%	12%	17,1%	6,7%	16,7%
Scio-Photophytic	39,1%	44,4%	33,3%	17,9%	18%	20%	45,7%	33,3%	50,0%
Life strategy									
Perennial	18,4%	21%	20,5%	14%	14,8%	4%	31,4%	13,3%	16,7%
Competitive perennial	5,4%	14%	15,4%	11%	14,8%	4%	8,6%	6,7%	
Stress tolerant perennial	7,6%	5%	7,7%	7%	7,4%	8%	5,7%		16,7%
Long live shuttle	12%	8%	5,1%	7%	7,4%	12%	11,4%	20,0%	
Annual shuttle	8,7%	14%	10,3%	28%	26,0%	12%	11,4%	20,0%	16,7%
Short-lived shuttle	3,3%	6%	7,7%	11%	11,1%	16%	5,7%	6,7%	
Colonist	34,8%	24%	30,8%	18%	14,8%	28%	20,0%	20,0%	50,0%
Pioneer Colonist	4,3%	3%		4%	3,7%		2,9%		
Ephemeral colonist	4,3%	5%	2,6%			16%	2,9%	6,7%	
Fugitive	1,1%							6,7%	
Life forms									
Cushion	6,5%	4,8%	10,3%	3,6%	3,7%	3,7%	5,7%		
Dendroid	1,1%	1,6%	2,6%	3,6%	3,7%	3,7%	3,0%		
Mat, smooth	5,4%	11,1%	7,7%	7,1%	3,7%	3,7%			16,7%
Mat, thalloid	1,1%	1,6%					3,0%	6,7%	
Mat, rough	18,5%	17,5%	15,4%	17,9%	17,8%	18,5%	25,7%	6,7%	16,7%
Short turf	19,6%	12,7%	15,4%	10,7%	7,1%	7,4%	22,9%	26,7%	33,3%
Solitary creeping	3,3%	1,6%	5,1%	14,3%	14,2%	14,8%	3,0%	26,7%	
Solitary thalloid	6,5%	7,9%	5,1%	17,9%	17,8%	18,5%	5,7%	6,7%	16,7%
Tail	1,1%						3,0%		
Tuft	12,0%	12,7%	7,7%	3,6%	3,7%	3,7%	8,6%	6,7%	
Turf	22,9%	23,8%	20,5%	17,9%	21,4%	22,2%	20,0%	20,0%	16,7%
Weft	2,2%	4,8%	10,3%	3,6%	3,70%	3,7%			
Human impact									
Ahem-oligohem	3%	3,2%	2,6%			8%	8,6%		
Ahem-euhem	11%	7,9%	12,8%	17,9%	18,5%	16%	11,4%	26,7%	16,6%
Ahem-mesohem	25%	23,8%	23,1%	25,0%	25,9%	4%	28,6%	5,7%	
Meso-euhem	20%	20,6%	25,6%	14,3%	11,1%	28%	14,3%	5,7%	33,3%
Mesohem	4%	3,2%							
Meso-polyhem	2%	3,2%	2,6%	7,1%	7,4%	4%	2,9%		
Oligo-euhem	13%	15,9%	12,8%	21,4%	22,2%	12%	11,4%	14,3%	33,3%
Oligohem	2%	1,6%	2,6%				2,9%		
Oligo-mesohem	11%	11,1%	12,8%	10,7%	11,1%	12%	11,4%	2,9%	16,6%
Euhem	4%	7,9%	5,1%	3,6%	3,7%	16%	5,7%		
Eu-polyhem	4%	1,6%					2,9%	2,9%	
Substrato									
Alofitica			2,6%	3,7%	4,0%	3,6%			
Calcofila	1%			3,7%		3,6%		6,7%	
Corticicola	4%						2,9%	6,7%	16,7%
Epilitica/Sassicola	24%	15,9%	23,1%	7,4%	16,0%	7,4%	22,9%	6,7%	33,3%
Saprolignitica		1,6%							
Terricola	54%	61,9%	51,3%	51,9%	68,0%	55,5%	54,3%	53,3%	33,3%
Turficola	1%	1,6%		3,7%		3,6%			
Umicola	15%	19,0%	23,1%	29,6%	12,0%	29,6%	20,0%	26,6%	16,7%

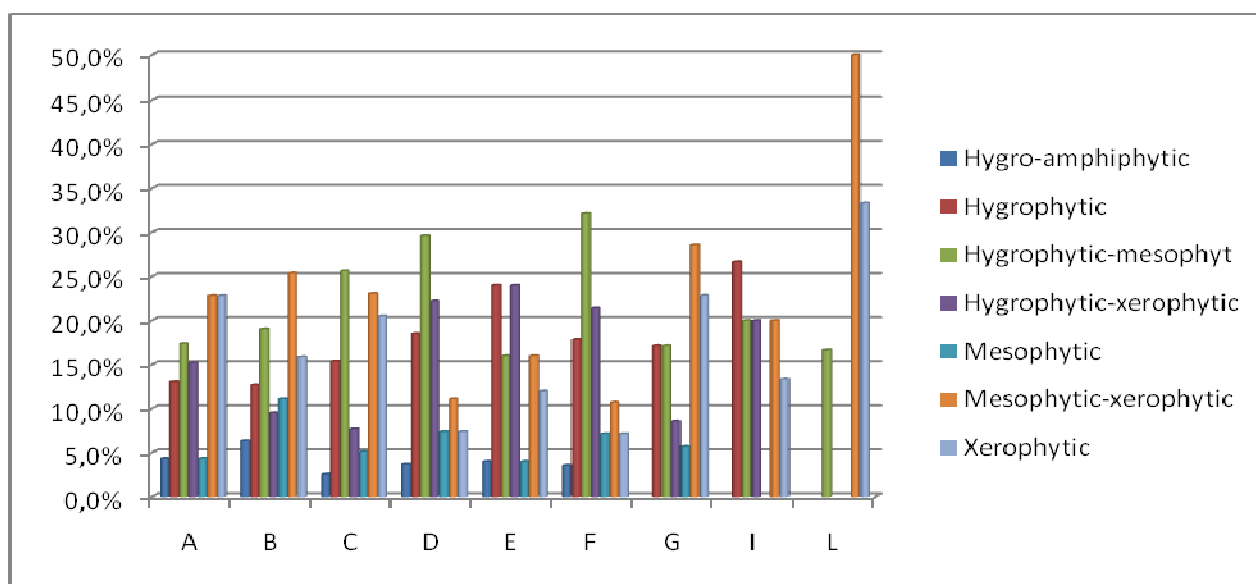
LEGENDA DEI SITI

A= GIARA DI GESTURI, **B**= MONTE ARCI, **C**= MEDIA VALLE DEL TIRSO, **D**= BUDDUSO, **E**= CAMPEDA, **F**= CAPO FRASCA, **G**= MARGHINE-GOCEANO, **I**= MONTE ARCOSU, **L**= IGLESIAS- DOMUSNOVAS.



Siti	A		B		C		D		E		F		G		I		L	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Acidophytic	13	14,1%	12	19,0%	7	17,9%	11	39,3%	10	37,0%	2	8%	4	11,4%	5	33,3%		
Acido-basiphytic	8	8,7%	4	6,3%	5	12,8%	2	7,1%	2	7,4%	1	4%	3	8,6%	1	6,7%	1	16,7%
Acido-subneutrophytic	25	27,2%	23	36,5%	11	28,2%	11	39,3%	10	37,0%	10	40%	10	28,6%	5	33,3%	1	16,7%
Basiphytic	16	17,4%	6	9,5%	2	5,1%					4	12%	7	20,0%	1	6,7%		
Subneutrophytic	23	25,0%	14	22,2%	11	28,2%	4	14,3%	5	18,5%	3	16%	9	25,7%	2	13,3%	4	66,7%
Subneutro-Basiphytic	7	7,6%	4	6,3%	3	7,7%					5	20%	2	5,7%	1	6,7%		

FIGURA 4: SPETTRO PH



SITI	A		B		C		D		E		F		G		I		L	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Hygro-amphiphytic	4	4,3%	4	6,3%	1	2,6%	1	3,7%	1	4,0%	1	3,6%						
Hygrophytic	12	13,0%	8	12,7%	6	15,4%	5	18,5%	6	24,0%	5	17,9%	6	17,1%	4	26,7%		
Hygrophytic-mesophyt	16	17,4%	12	19,0%	10	25,6%	8	29,6%	4	16,0%	9	32,1%	6	17,1%	3	20,0%	1	16,7%
Hygrophytic-xerophytic	14	15,2%	6	9,5%	3	7,7%	6	22,2%	6	24,0%	6	21,4%	3	8,6%	3	20,0%		
Mesophytic	4	4,3%	7	11,1%	2	5,1%	2	7,4%	1	4,0%	2	7,1%	2	5,7%				
Mesophytic-xerophytic	21	22,8%	16	25,4%	9	23,1%	3	11,1%	4	16,0%	3	10,7%	10	28,6%	3	20,0%	3	50,0%
Xerophytic	21	22,8%	10	15,9%	8	20,5%	2	7,4%	3	12,0%	2	7,1%	8	22,9%	2	13,3%	2	33,3%

FIGURA 5: SPETTRO UMIDITÀ

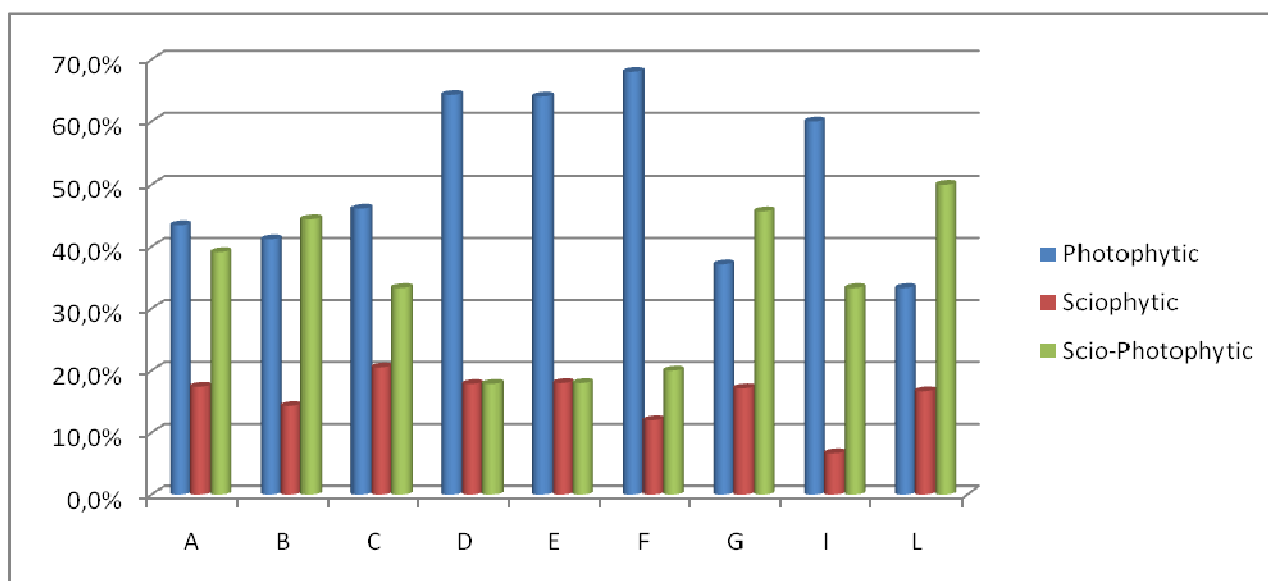


FIGURA 6: SPETTRO LUCE

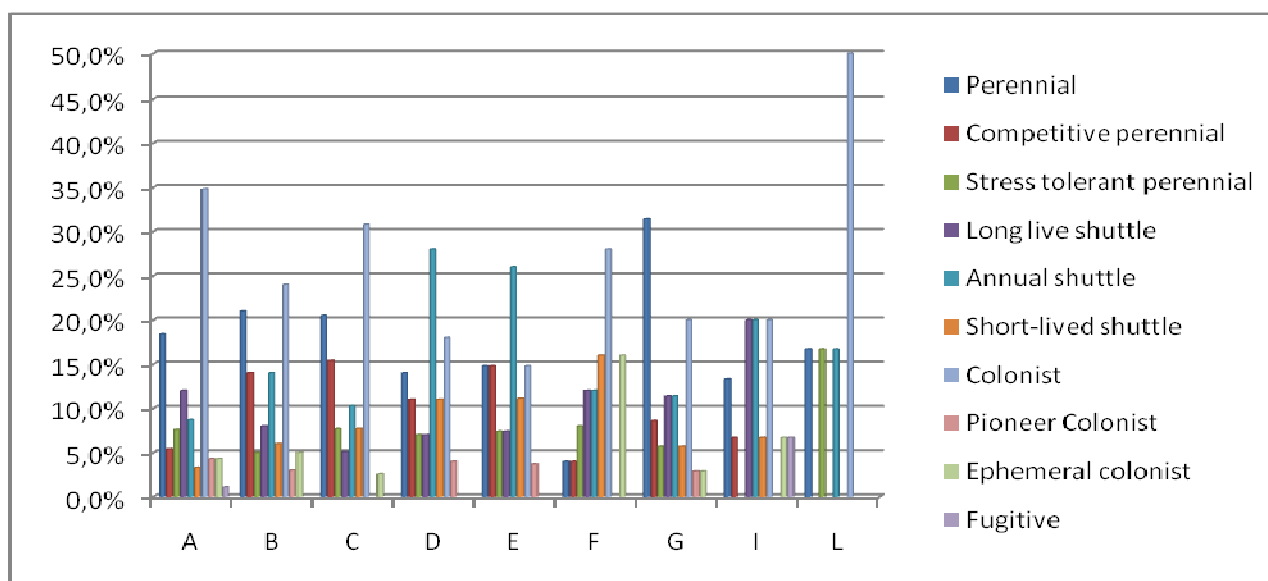
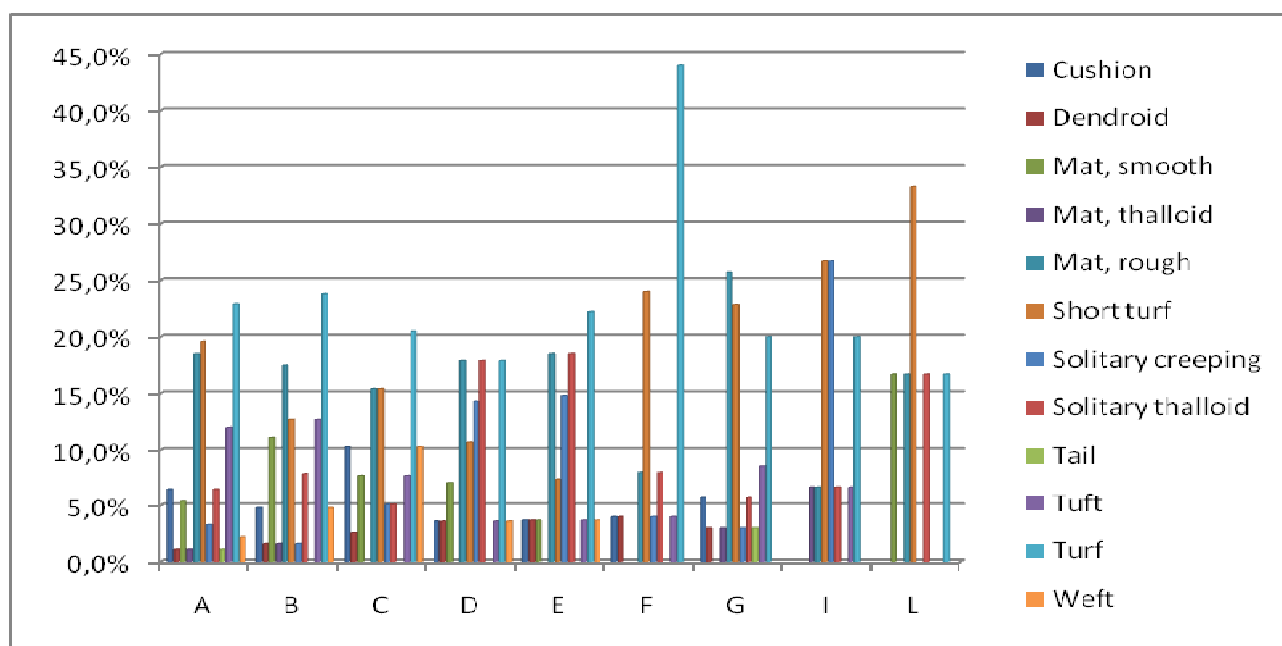
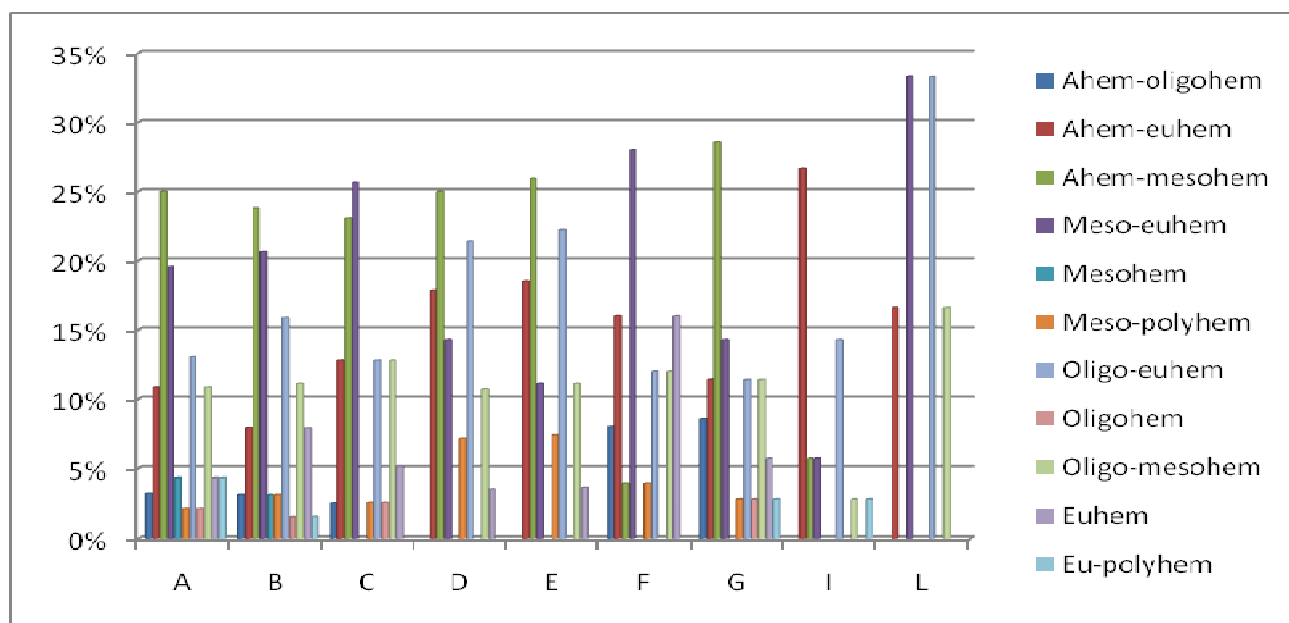


FIGURA 7: SPETTRO LIFE STRATEGY



Siti	A		B		C		D		E		F		G		I		L	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Cushion	4	6,5%	3	4,8%	4	10,3%	1	3,6%	1	3,7%	1	4,0%	2	5,7%				
Dendroid	1	1,1%	1	1,6%	1	2,6%	1	3,6%	1	3,7%	1	4,0%	1	3,0%				
Mat, smooth	5	5,4%	7	11,1%	3	7,7%	2	7,1%	1	3,7%							1	16,7%
Mat, thalloid	1	1,1%	1	1,6%											1	6,7%		
Mat, rough	17	18,5%	11	17,5%	6	15,4%	5	17,9%	5	18,5%	2	8,0%	9	25,7%	1	6,7%	1	16,7%
Short turf	18	19,6%	8	12,7%	6	15,4%	2	7,1%	2	7,4%	6	24,0%	8	22,9%	4	26,7%	2	33,3%
Solitary creeping	3	3,3%	1	1,6%	2	5,1%	4	14,3%	4	14,8%	1	4,0%	1	3,0%	4	26,7%		
Solitary thalloid	6	6,5%	5	7,9%	2	5,1%	5	17,9%	5	18,5%	2	8,0%	2	5,7%	1	6,7%	1	16,7%
Tail	1	1,1%											1	3,0%				
Tuft	11	12,0%	8	12,7%	3	7,7%	1	3,6%	1	3,7%	1	4,0%	3	8,6%	1	6,7%		
Turf	21	22,9%	15	23,8%	8	20,5%	6	21,4%	6	22,2%	11	44,0%	7	20,0%	3	20,0%	1	16,7%
Weft	2	2,2%	3	4,8%	4	10,3%	1	3,6%	1	3,7%								

FIGURA 8: SPETTRO LIFE FORMS



Siti	A		B		C		D		E		F		G		I		L	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Ahem-oligoهم	3	3%	2	3,2%	1	2,6%					2	8%	3	8,6%				
Ahem-euهم	10	11%	5	7,9%	5	12,8%	5	17,9%	5	18,5%	4	16%	4	11,4%	4	26,7%	1	16,6%
Ahem-mesohem	23	25%	15	23,8%	9	23,1%	7	25,0%	7	25,9%	1	4%	10	28,6%	2	5,7%		
Meso-euهم	18	20%	13	20,6%	10	25,6%	4	14,3%	3	11,1%	7	28%	5	14,3%	2	5,7%	2	33,3%
Mesohem	4	4%	2	3,2%														
Meso-polyهم	2	2%	2	3,2%	1	2,6%	2	7,1%	2	7,4%	1	4%	1	2,9%				
Oligo-euهم	12	13%	10	15,9%	5	12,8%	6	21,4%	6	22,2%	3	12%	4	11,4%	5	14,3%	2	33,3%
Oligohem	2	2%	1	1,6%	1	2,6%							1	2,9%				
Oligo-mesohem	10	11%	7	11,1%	5	12,8%	3	10,7%	3	11,1%	3	12%	4	11,4%	1	2,9%	1	16,6%
Euهم	4	4%	5	7,9%	2	5,1%	1	3,6%	1	3,7%			2	5,7%				
Eu-polyهم	4	4%	1	1,6%							4	16%	1	2,9%	1	2,9%		

FIGURA 9: SPETTRO PRESSIONE ANTROPICA

FIGURA 10:

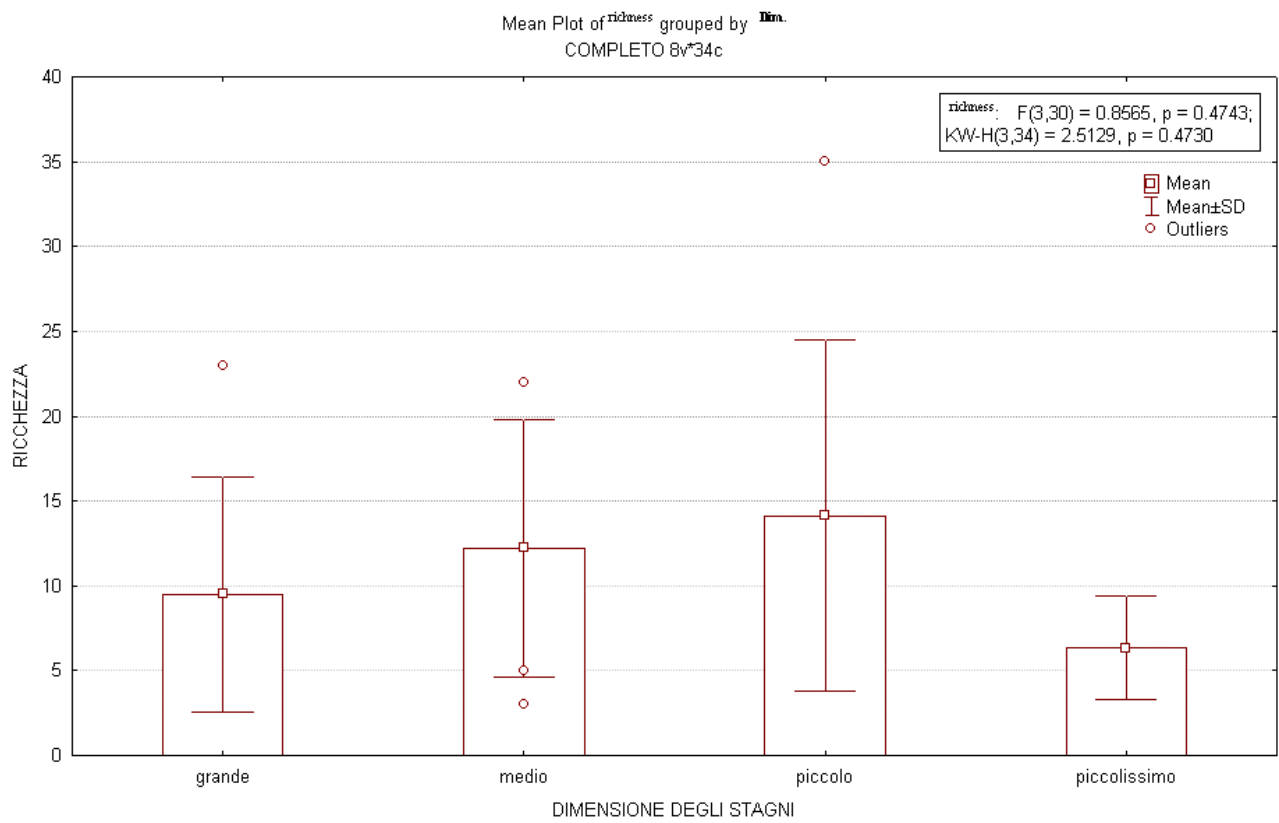


FIGURA 11

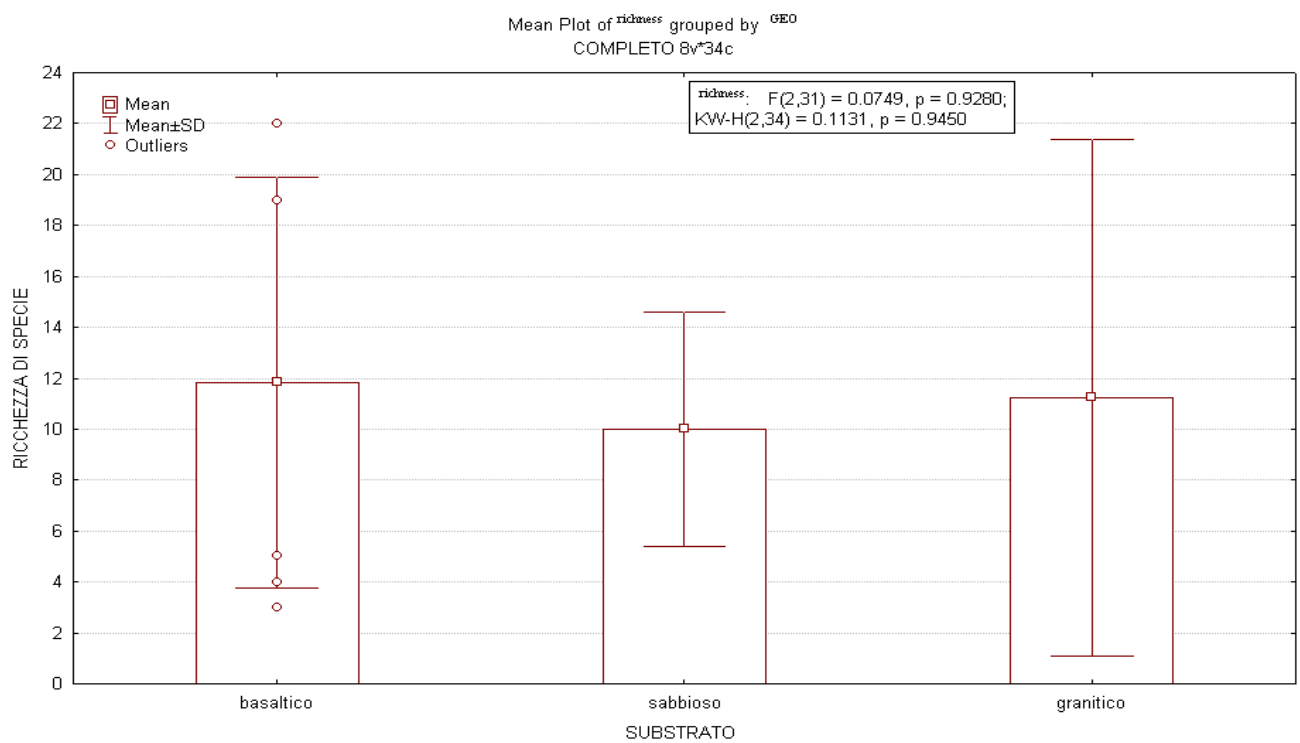


FIGURA 12

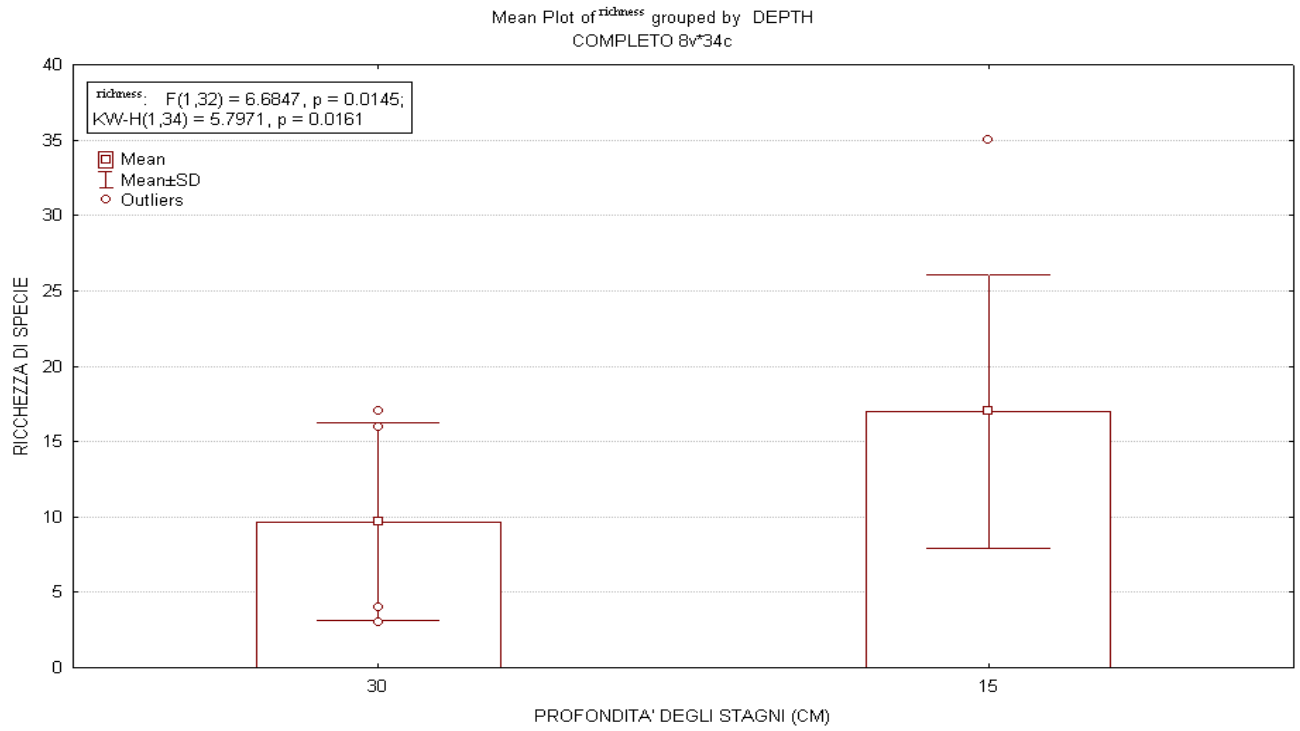


FIGURA 13

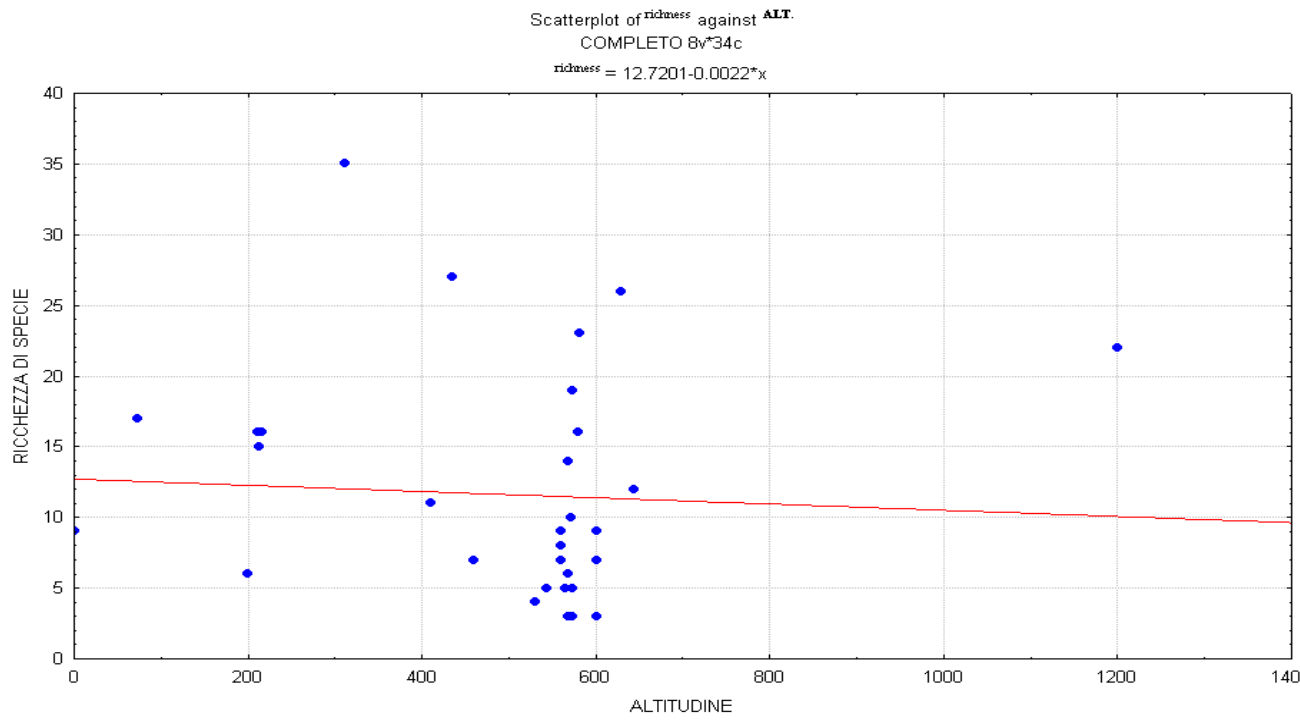


FIGURA 14

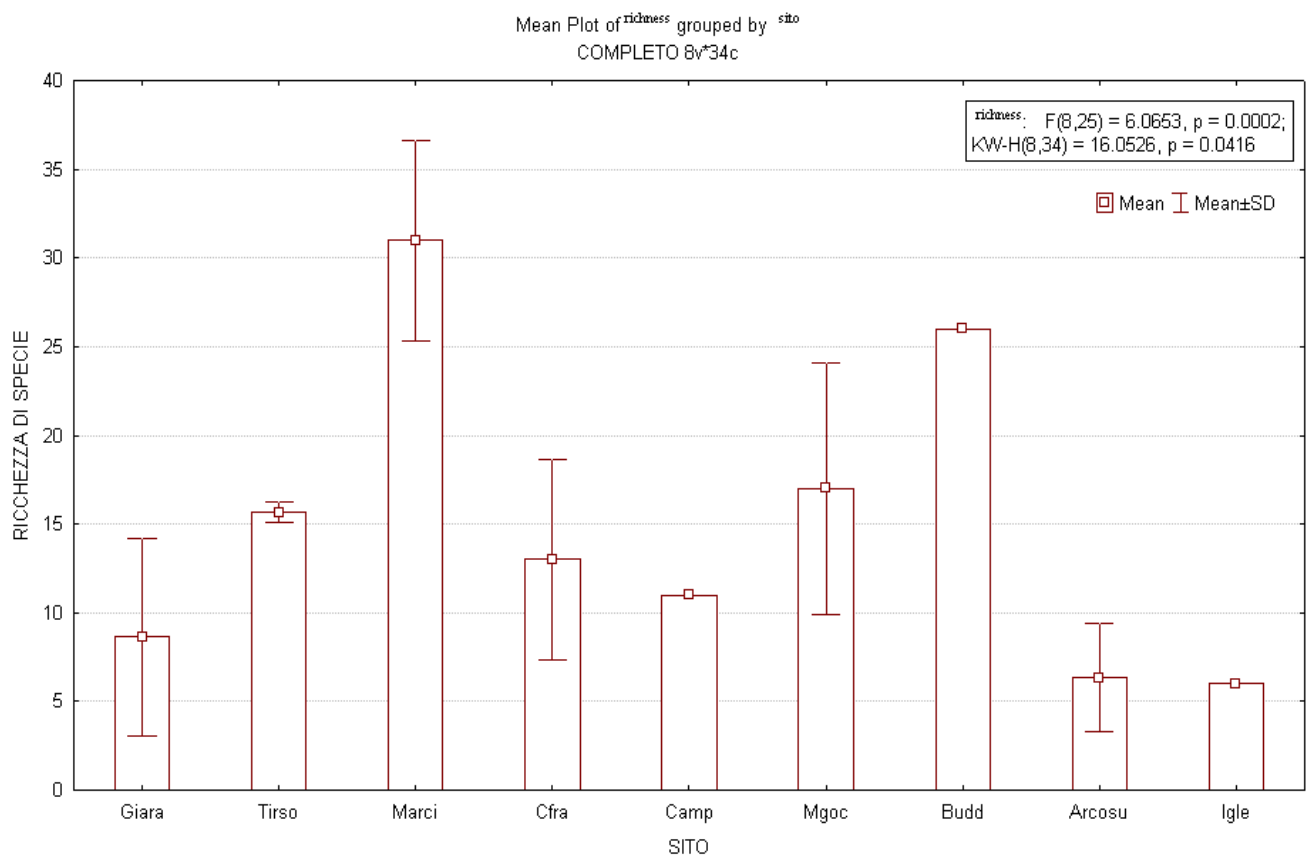


FIGURA 15

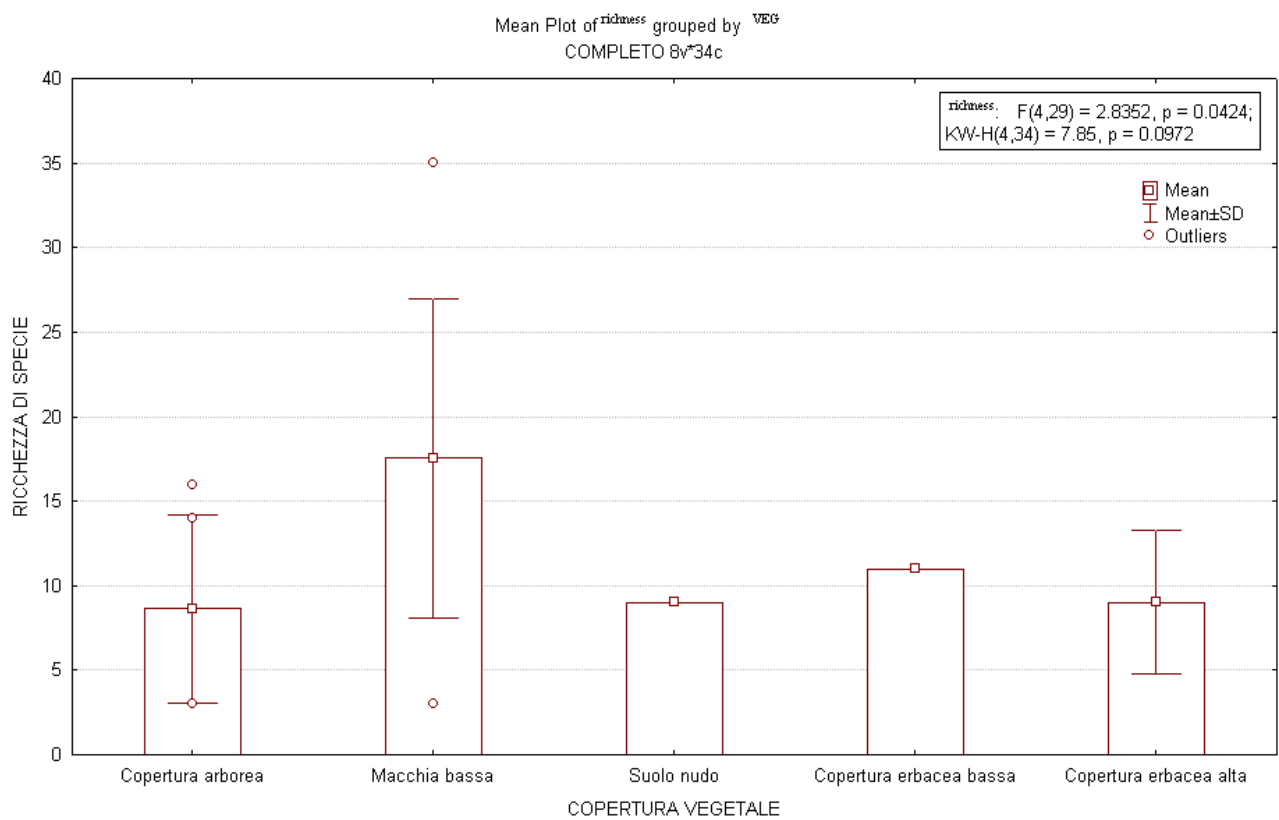


FIGURA 16: TEST DI TUKEY HSD (VARIABILE RICCHEZZA, MS=27.910, DF= 25.000)

SITI	{1} 8.6316	{2} 15.667	{3} 31.000	{4} 13.000	{5} 11.000	{6} 17.000	{7} 26.000	{8} 6.3333	{9} 6.0000
Giara									
Tirso	0.468907								
M. Arci	0.000312	0.077938							
C. Frasca	0.966813	0.999706	0.047888						
Campeda	0.999950	0.996975	0.093512	0.999997					
Marghine-Goceano	0.476516	0.999999	0.216355	0.997182	0.989062				
Buddusò	0.073977	0.744571	0.996745	0.551445	0.552375	0.890923			
M. Arcosu	0.998368	0.456808	0.000904	0.894150	0.996975	0.428497	0.071003		
Iglesias-Domusnovas	0.999888	0.804039	0.016994	0.971767	0.998832	0.741044	0.206362	1.000.000	

FIGURA 17: INDICATOR VALUE (VARIABILE CONSIDERATA: SITI)

COLUMN	MAX GROUP	IND VALUE	MEAN	S. DEV.	p*
DIDYMODON FALLAX	7	66.7	29.3	13.74	0.02
DIDYMODON VINEALIS	4	86.4	29.2	14.88	0.02
EURHYNCHIUM PULCHELLUM	7	100.0	26.5	15.57	0.0060
HYGROAMBLYSTEGIUM TENAX	8	100.0	27.2	15.41	0.006
RHYNCHOSTEGIELLA CURVISETA	9	95.0	29.3	13.70	0.002
RICCIA CROZALSII	7	64.4	29.4	13.94	0.03
TORTELLA TORTUOSA	9	66.7	26.9	15.01	0.01

LEGENDA: (SITI)

4= CAPO FRASCA

7= MONTE ARCI

8= MARGHINE-GOCEANO

9= MEDIA VALLE DEL TIRSO

FIGURA 18: INDICATOR VALUE (VARIABILE CONSIDERATA: DIMENSIONE DEI PAULI)

COLUMN	MAX GROUP	IND. VALUE	MEAN	S. DEV	p*
BARTRAMIA POMIFORMIS	1	33.3	15.4	8.32	0.03
FOSSOMBRONIA PUSILLA	4	57.1	17.1	10.22	0.01
LEPTODYCTIUM RIPARIUM	1	33.3	14.8	8.13	0.03

LEGENDA: (DIMENSIONE)

1= GRANDE

4= PICCOLISSIMO

FIGURA 19: INDICATOR VALUE (VARIABILE CONSIDERATA: CINTURE)

COLUMN	MAX GROUP	IND. VALUE	MEAN	S. DEV.	p*
ARCHIDIUM ALTERNIFOLIUM	2	13.2	8.0	1.97	0.02
BARTRAMIA STRICTA	1	8.8	2.7	1.26	0.003
BRYUM MILDEANUM	2	6.6	3.2	1.41	0.04
BRYUM RADICULOSUM	1	7.4	2.5	1.25	0.01
CONOCEPHALUM CONICUM	2	11.4	6.1	1.84	0.02
DIALYTRICHIA MUCRONATA	1	5.9	2.2	1.12	0.03
DICRANELLA HUMILIS	2	5.9	2.2	1.07	0.03
DIDYMODON INSULANUS	1	11.8	4.1	1.51	0.003
EURHYNCHIUM PULCHELLUM	1	5.9	2.2	1.21	0.04
GRIMMIA LISAE	1	8.8	2.8	1.30	0.001
HYPNUM CUPRESSIFORME	1	9.8	5.3	1.68	0.02
OXYRRHYNCHIUM PUMILUM	2	13.1	7.6	1.92	0.01
PLATYHYPNIDIUM RIPARIOIDES	1	8.8	2.7	1.23	0.004
PTEROGONIUM GRACILE	1	7.7	3.0	1.29	0.01
PTYCHOSTOMUM CAPILLARE	1	10.0	5.0	1.61	0.01
PTYCHOSTOMUM COMPACTUM	2	9.2	5.2	1.71	0.04
RHYNCHOSTEGIUM CONFERTUM	2	10.2	5.9	1.75	0.03
RICCIA CANALICULATA	1	7.2	3.9	1.45	0.03
SYNTRICHIA RURALIS	2	5.9	2.1	1.04	0.02
TORTELLA NITIDA	3	7.4	2.4	1.25	0.01

LEGENDA: (CINTURE)

1= ESTERNA

2=INTERMEDIA

3= INTERNA

TABELLA 4: VARIABILI NON STATISTICAMENTE SIGNIFICATIVE (N.S.) ALL'INDICATOR VALUE

VARIABILE	IND VAL
GEOLOGIA	N.S
COPERTURA VEGETALE	N.S
TIPOLOGIA DI PASCOLO	N.S

FIGURA 20: TEST DI SPEARMAN RIFERITO A TUTTE LE VARIABILI CONSIDERATE

	SS	DEGR. OF	MS	F	p
INTERCEPT	2549,647	1	2549,647	40,46770	0,000001
DEPTH.	161,894	3	53,965	0,85652	0,474266
ERROR	1890,135	30	63,004		

Variabili	Pauli	Siti	Ricchezza	Altitudine	Dimensione	Copertura vegetale	Profondità	Geologia
Pauli	1.000.000							
Siti	0.907822	1.000.000						
Ricchezza	0.343857	0.300620	1.000.000					
Altitudine	0.035493	0.010954	0.047564	1.000.000				
Dimensione	0.688881	0.487832	0.021685	0.070131	1.000.000			
Copertura vegetale	0.851004	0.940155	0.377155	0.200952	0.387867	1.000.000		
Profondità	0.533431	0.595079	0.419129	0.023814	0.181928	0.679549	1.000.000	
Geologia	0.621151	0.694961	0.054756	0.134284	0.435980	0.540437	0.342071	1.000.000

INDAGINE NEL CAMPO DELLE DIASPORE

Abstract

This study presents a preliminary analysis of bryophyte's spores from the Giara di Gesturi (Central-western Sardinia). The Giare are basalt plateaus that rise unexpectedly from the plain of the country, as huge natural fortresses. Gesturi's Giara is the bigger: a plateau of 45skm rising up to about 600m. Thirthy soil samples were collected in November (rainy season) in three ponds until the depths of 7 cm. The samples were taken and subdivided in seven portions, which were collected for obtaining an *ex situ* germination of spores, at the Botanical Garden of University of Cagliari.

The results showed the capacity of some Genus and two Species to germinate in *ex-situ* conditions: *Bryum sp.*, *Pohlia sp.*, *Tortula sp.*, *Fossombronia sp.*, *Riccia canaliculata* and *Archidium alternifolium*. It is possible to observe as these Bryophytes are the most recurring in the study area.

INTRODUZIONE

La durata della permanenza dell'acqua definisce l'idroperiodo degli stagni temporanei. La vegetazione subisce dei cambiamenti successionali in risposta alle fluttuazioni a lungo-termine del livello dell'acqua (Weller and Spatcher 1965; Weller and Frederickson 1974; van der Valk & Davis 1978; van der Valk 1985). Durante la fase di prosciugamento si ha l'esposizione della parte fangosa e si ha la ricomparsa immediata delle specie annuali ed emergenti. (Kadlec 1962; Harris & Marshall 1963; van der Valk & Davis 1978). La reazione della vegetazione a queste fasi idrologiche dipende primariamente dall'esistenza di semi vitali sepolti (van der Valk & Davis 1978). Il termine banca semi si riferisce ai semi, frutti, ai propaguli e, alle altre strutture riproduttive delle piante presenti nel suolo, per cui specialmente le specie emergenti ed effimere che rigenerano all'esposizione della parte fangosa hanno origine dalla banca semi. Allo stesso modo, quando lo stagno è completamente inondato, la germinazione delle specie dipende ugualmente dai semi sepolti per questo motivo la profondità e l'idroperiodo influenzano fortemente il potenziale vegetativo in questi ambienti. Tuttavia si sa poco, dell'effetto dell'idroperiodo sulla differente composizione della banca dei semi, ma anche sottili differenze nell'idroperiodo possono influenzare significativamente la vegetazione (Karen Poiani & Carter Johnson 1988).

Le spore delle Briofite sono capaci di essere trasportate a lunghe distanze dal vento, questo è valido sia per i muschi che per le epatiche; dettagliati studi sono stati condotti per tentare di quantificare le spore disperse dalle popolazioni naturali, tuttavia è stato documentato che la deposizione declina precipitosamente in funzione della distanza dalla fonte (Miles & Longton 1990; 1992; Stoneburner *et al.* 1992) e nonostante le spore siano prodotte in numero elevato di esse solo una porzione, superate le "avversità", riesce a stabilire una nuova colonia lontano da quella di origine. (Wyatt 1994). La persistenza e l'abbondanza della maggior parte delle specie in un'area sono il risultato di un equilibrio dinamico tra la durata dell'habitat e l'abilità delle specie a colonizzare tali ambienti tramite la produzione e la dispersione delle spore. Diversi autori si sono occupati della dinamica di popolazione di alcune Briofite confinate ad habitat frammentari e temporanei (e.g. Gurney & Nisbet 1978; Roughgarden & Iwasa 1986; Fahring & Paloheimo 1988) e, in particolare gli studi condotti da Herben & Söderström (1992) mostrano che il più importante fattore che regola la sopravvivenza delle specie consiste nell'abilità a formare nuove colonie su substrati frammentati. Per cui lo stesso incremento della distanza tra i siti influenzerà meno le specie con una maggiore abilità di dispersione rispetto a quelle con una minore capacità di dispersione delle spore. (cf. Söderström 1990). Inoltre la stessa abilità di dispersione (produzione e trasporto) può variare negli anni per una stessa specie (la ventosità annuale ad esempio trasporterà un larga porzione di diaspora oltre lunghe

distanze). Dal momento che si presume che le diaspore abbiano, come i semi delle piante vascolari, la stessa importanza nella rigenerazione delle comunità dove il livello dell'acqua fluttua su diverse scale temporali, (Keddy & Reznicek 1982, 1986; Leck, 1989; Poiani & Johnson 1989; Thompson 1992), con questo studio abbiamo voluto condurre un'indagine in un campo poco indagato. Gli obiettivi e le finalità di questo studio sono:

1. Investigare le caratteristiche delle Diaspore e il modo in cui questa può contribuire alla ristabilizzazione della componente briofita negli stagni temporanei dopo il periodo di secca.
2. Investigare se entro il livello di profondità del suolo sottoposto ad osservazione è possibile rinvenire presenza di diaspore.
3. Mettere in evidenza se sussistono differenze nella composizione delle Diaspore tra pauli investigati.
4. Individuare quali sono le specie che mostrano una migliore fitness di sopravvivenza e adattamento a questi ambienti.

FASI DI SVILUPPO DEI GAMETOFORI

Le spore delle Briofite sono in genere cellule isolate, derivanti da una divisione meiotica, parzialmente dissecate durante la maturazione e disperse singolarmente dalla capsula deiscente in uno stato relativamente secco (Knoop 1984). Il processo di germinazione si può suddividere in due fasi: 1) in presenza di acqua liquida la spora si rigonfia fino a che l'esosporio si lacera; 2) dall'esosporio rotto fuoriesce un tubo germinativo, il protonema che raggiunta una certa lunghezza, si separa dalla spora per divisione cellulare sia nel filamento, sia ancora internamente alla spora. La prima fase della germinazione è caratterizzata dalla sintesi di clorofilla (che può avvenire anche al buio) e carotenoidi, dallo sviluppo dei cloroplasti, dalla scomparsa di granuli d'amido e dal sensibile aumento della fotosintesi. La seconda fase della germinazione, e cioè la protusione del tubo protonemico, è più sensibile a condizioni fisiche e chimiche esterne, come l'intensità e la lunghezza d'onda della luce, la presenza degli zuccheri o fitormoni nel mezzo di coltura, il pH, l'origine, l'età e la conservazione delle spore. (Cove *et al.* 1978; Cove & Ashton 1984; Knoop 1984). Il protonema assomiglia per molti aspetti ad un'alga verde filamentosa, ma se ne distingue per i numerosi piccoli cloroplasti contenuti in ciascuna cellula: la cellula algale, al contrario, ha soltanto uno o due grossi cloroplasti. Le pareti trasversali del protonema, inoltre, non sono ortogonali rispetto alle pareti laterali, come sono, invece, quelle delle alghe verdi, ma sono disposte obliquamente. I rizoidi si sviluppano dalla parte inferiore del protonema, mentre nella parte distale si formano gruppi di cellule piccole e ricche di citoplasma, le gemme, le quali organizzano una cellula apicale, che si divide e si accresce in altezza, dando origine ad una struttura costituita da fusto e foglie, cioè al gametofito. I protonemi sono perenni e ampiamente ramificati, per cui si producono molte gemme. (Aleffi & Tacchi 2008). Per quanto riguarda le epatiche una delle principali differenze relativa alla fase di sviluppo, è l'assenza di uno stadio giovanile differenziato in queste ultime; il protonema delle epatiche è di solito ridotto a poche cellule e la cellula apicale di questo filamento forma una piastra bidimensionale dalla quale si sviluppa direttamente il gametofito talloso o foglioso (Knoop 1984) inoltre, i rizoidi nelle epatiche rimangono unicellulari (Giordano & Muscariello 2008).

MATERIALI E METODI

IL SITO

Per questo studio sono stati selezionati tre pauli del sito "Altopiano della Giara di Gesturi". Per mettere in evidenza se piccole variazioni dell'idroperiodo, possono influenzare la composizione delle Diaspore della componente briofitica, i tre pauli sono stati scelti tenendo conto della differente dimensione: (grande, medio e piccolo) e della distanza tra essi. Relativamente alle entità per le quali

si è verificata la germinazione, la presenza /assenza dei taxa è stata verificata consultando la Checklist della flora briofitica italiana (Aleffi *et al.* 2008), la stessa Checklist è stata adottata anche per la nomenclatura. Sono state utilizzate le monografie di Cortini Pedrotti (2001; 2006) per i muschi e, Smith (1990) e Paton (1999) per le epatiche.



FIGURA 1: PAULE GRANDE



FIGURA 2: PAULE MEDIO



FIGURA 3: PAULE PICCOLO

METODOLOGIA RELATIVA AI CAROTAGGI

I rilievi di campagna sono stati preceduti da una ricerca bibliografica riguardante precedenti studi sulle Diaspore e sulle eventuali metodologie di campionamento. Da questa è emerso che il campo d'indagine relativo alle Briofite è stato interessato da pochi lavori, se si escludono gli studi di Herben & Söderström 1992; Hock *et al.* 2008; van Zanten 1976; 1978; 1984. I sedimenti contenenti le diaspore sono stati prelevati nei tre pauli del sito della Giara di Gesturi nel mese di Novembre, periodo in cui le piogge non ancora abbondanti apportano un certo grado di umidità al suolo, rendendo possibile il prelievo di una certa quantità (7 cm) di terra (carotaggi). I punti del suolo in cui effettuare i carotaggi lungo le tre cinture sono stati randomizzati per ottenere una maggiore veridicità statistica dei dati. Inoltre si è rilevato un pattern di distribuzione dei suoli molto irregolare, caratterizzato da una continua ed ininterrotta alternanza di affioramenti rocciosi e suoli sottili, raramente profondi. Con questa metodologia random di individuazione dei punti sono stati effettuati 30 carotaggi. Si è adattato il numero dei prelievi alla dimensione dei pauli, per cui sono stati eseguiti 14 carotaggi nel paule di grande dimensione (5 nelle cinture esterna ed intermedia e 4 nella cintura interna); 10 carotaggi nel paule di media dimensione (4 nella cintura esterna, 3 nella intermedia e 3 nella cintura interna) e 6 nel paule di piccola dimensione (2 nella cintura esterna, 2 nella intermedia e 2 nella cintura interna). I prelievi sono stati effettuati utilizzando un tubo in plastica della lunghezza di 10 cm e 5 cm di diametro. Ogni carotaggio è stato effettuato ad una profondità di sette cm dalla superficie del suolo. Successivamente sono stati trasportati in laboratorio e sottoposti a sezionamento, in modo da ottenere da ogni carotaggio sette porzioni di suolo, ciascuna di 1 cm di spessore e 5 cm di diametro. Ciascuna porzione del carotaggio è stata collocata in una piastra Petri, alla base della quale sono state annotate le coordinate geografiche della relativa pozza e le coordinate del punto in cui è avvenuto il prelievo. Inoltre, è stato riportato il numero della cintura dalla quale è avvenuto il prelievo e il livello della porzione di suolo ottenuta.

Da un numero totale di 30 carotaggi, sono state allestite 210 piastre Petri (98 risultanti dai carotaggi effettuati nel paule grande; 70 per il paule di media dimensione e 42 per quello di piccola dimensione). Le piastre, sono state successivamente disposte e conservate all'interno di una piccola serra presso l'Orto Botanico e regolarmente innaffiate e sottoposte ad osservazione.

RISULTATI

GERMINAZIONE

I risultati dell'esperimento sono i seguenti: il processo di germinazione delle spore è iniziato nel mese di Febbraio. L'identificazione, fino al livello di specie è stata possibile solamente per *Archidium alternifolium* e per *Riccia canaliculata*. Ad eccezione di queste, per le altre briofite si è giunti all'identificazione del genere di appartenenza.

Divisione *Bryophyta*

Archidium alternifolium (Hedw.) Mitt. (Ordine *Archidiales*, famiglia *Archidiaceae*)

Genere *Bryum* (Ordine *Bryales*, famiglia *Briaceae*)

Genere *Pohlia* (Ordine *Bryales*, famiglia *Mielichhoferiaceae*)

Genere *Tortula* (Ordine *Pottiales*, famiglia *Pottiaceae*)

Divisione *Marchantiophyta*

Genere *Fossombronia* (Ordine *Metzgeriales*, famiglia *Fossombroniaceae*)

Riccia canaliculata Hoffm. (Ordine *Marchantiales*, famiglia *Ricciaceae*)

DISCUSSIONE

I risultati ottenuti da questa indagine preliminare condotta nel campo delle diaspore, mostrano una forte correlazione tra la composizione della "banca delle diaspore" e la composizione della flora muscinale della superficie, infatti quello che viene messo in evidenza dalle diaspore per le quali si è verificata germinazione è la prevalenza delle specie annuali: come *Archidium alternifolium*, e *Riccia canaliculata*. Si è verificata la germinazione anche di generi con strategia di perenni: le *Briaceae* e le *Pottiaceae* (che con le *Brachyteciaceae* risultano le famiglie più rappresentative dei siti indagati) (per ulteriori informazioni si veda tab. 3 cap. 3), che contano un elevato numero di specie che adottano questo tipo di strategia. La strategia adottata dalle annuali comprende la produzione di spore grandi con la capacità di sopravvivere per diversi anni ma con una scarsa capacità di dispersione per le loro dimensioni. Nella classificazione di Stearns le specie con questa strategia sono adattate ad ambienti ciclici, caratterizzati da periodi corti, con inizio prevedibile e condizioni parzialmente note. Mentre le perenni sono caratterizzate da spore piccole ($<20\ \mu\text{m}$) con una capacità di dispersione variabile ed adattate ad ambienti sottoposti a fluttuazioni ambientali regolari che sono tollerate dagli organismi in questione. Questa similarità tra la composizione della banca diaspore e la composizione della Brioflora nella superficie è evidenziata dalla presenza di specie come: *Archidium alternifolium*, *Riccia canaliculata*, ma anche di Generi come: *Bryum*, *Fossombronia* e *Tortula*, che sono particolarmente frequenti non solamente nei tre pauli sottoposti all'esperimento, ma più in generale nella maggior parte dei pauli indagati e questo risultato dimostra come l'insieme delle diverse fasi del ciclo biologico e le capacità fisiologiche intrinseche rendono queste entità Briofitiche più vantaggiose in tale tipologia di habitat. Il maggiore numero di diaspore germinate si è verificato nei carotaggi effettuati nella cintura interna, nella quale si ha un prolungamento della fase di sommersione. Su un totale di 210 piastre si è avuta germinazione in 61 piastre, in 6 piastre si è verificata inoltre germinazione di microalghe. (Per i risultati si vedano le tabelle in appendice). Un risultato interessante è l'individuazione della presenza di diaspore fino a 7cm di profondità del suolo carotato,

inoltre si è verificata la maggiore frequenza di germinazione in corrispondenza del 4° (a 4cm di profondità) del 2° (2cm di profondità) e del 7°(7cm di profondità) livello di profondità. Questi risultati trovano spiegazione e avvalorano l'importante ruolo esercitato dagli animali in questi habitat, il cui calpestio apporta rinnovamento ambientale con l'apertura di nuove breccie nella copertura vegetativa che possono permettere l'ulteriore colonizzazione del suolo da parte della flora muscinale.

TABELLA 1

DIASPORE	N°PAULI	N° PIASTRE	N°	
			LIVELLI	CINTURA
<i>ARCHIDIUM ALTERNIFOLIUM</i>	3	43	7	EST/INTERM/INT
<i>BRYUM SP.</i>	3	11	5	EST/INTERM/INT
<i>FOSSOMBRONIA SP.</i>	1	3	2	INTERNA
<i>POHLIA SP.</i>	1	1	1	INTERMEDIA
<i>RICCIA CANALICULATA</i>	1	1	1	INTERMEDIA
<i>TORTULA SP.</i>	3	7	5	EST/INTERM/INT

TABELLA 2: RISULTATI DELLA GERMINAZIONE NEL PAULI GRANDE

COORDINATE UTM 32S 499729 4398730	CAROTAGGIO	LIVELLO	CINTURA	TAXON						
				Archidium alternifolium	Bryum sp.	Fossombronia	Pohlia sp.	Riccia canaliculata	Talli	Tortula sp.
32S 0499773 4399079	1	1	INTERNA							
32S 0499773 4399079	1	2	INTERNA	1	1				1	
32S 0499773 4399079	1	3	INTERNA						1	
32S 0499773 4399079	1	4	INTERNA	1						
32S 0499763 4399079	1	5	INTERNA							
32S 0499773 4399079	1	6	INTERNA							
32S 0499773 4399079	1	7	INTERNA							
32S 0499766 4399068	2	1	INTERNA	1						
32S 0499766 4399068	2	2	INTERNA	1						
32S 0499766 4399068	2	3	INTERNA							
32S 0499766 4399068	2	4	INTERNA							
32S 0499766 4399068	2	5	INTERNA						1	
32S 0499766 4399068	2	6	INTERNA							
32S 0499766 4399068	2	7	INTERNA	1						
32S 0499755 4399068	3	1	INTERNA							
32S 0499755 4399068	3	2	INTERNA	1	1	1			1	
32S 0499755 4399068	3	3	INTERNA						1	
32S 0499755 4399068	3	4	INTERNA						1	
32S 0499755 4399068	3	5	INTERNA	1	1				1	
32S 0499755 4399068	3	6	INTERNA							
32S 0499755 4399068	3	7	INTERNA							
32S 0499752 4399074	4	1	INTERNA	1	1				1	
32S 0499752 4399074	4	2	INTERNA	1						
32S 0499752 4399074	4	3	INTERNA	1						
32S 0499752 4399074	4	4	INTERNA	1						
32S 0499752 4399074	4	5	INTERNA	1	1					
32S 0499752 4399074	4	6	INTERNA							
32S 0499752 4399074	4	7	INTERNA						1	
32S 0499764 4399075	5	1	INTERNA							
32S 0499764 4399075	5	2	INTERNA							
32S 0499764 4399075	5	3	INTERNA	1					1	
32S 0499764 4399075	5	4	INTERNA	1						
32S 0499764 4399075	5	5	INTERNA							
32S 0499764 4399075	5	6	INTERNA	1						
32S 0499764 4399075	5	7	INTERNA							
32S 0499792 4399075	1	1	INTERMEDIA							
32S 0499792 4399075	1	2	INTERMEDIA	1						
32S 0499792 4399075	1	3	INTERMEDIA							
32S 0499792 4399075	1	4	INTERMEDIA							
32S 0499792 4399075	1	5	INTERMEDIA							
32S 0499792 4399075	1	6	INTERMEDIA							
32S 0499792 4399075	1	7	INTERMEDIA							
32S 0499798 4399090	2	1	INTERMEDIA	1	1					
32S 0499798 4399090	2	2	INTERMEDIA							
32S 0499798 4399090	2	3	INTERMEDIA							
32S 0499798 4399090	2	4	INTERMEDIA							
32S 0499798 4399090	2	5	INTERMEDIA	1						
32S 0499798 4399090	2	6	INTERMEDIA							
32S 0499798 4399090	2	7	INTERMEDIA	1						
32S 0499798 4399095	3	1	INTERMEDIA							
32S 0499798 4399095	3	2	INTERMEDIA							
32S 0499798 4399095	3	3	INTERMEDIA	1						
32S 0499798 4399095	3	4	INTERMEDIA	1						
32S 0499798 4399095	3	5	INTERMEDIA							
32S 0499798 4399095	3	6	INTERMEDIA							1
32S 0499798 4399095	3	7	INTERMEDIA							
32S 0499810 4399108	4	1	INTERMEDIA	1						
32S 0499810 4399108	4	2	INTERMEDIA							
32S 0499810 4399108	4	3	INTERMEDIA							1
32S 0499810 4399108	4	4	INTERMEDIA							1
32S 0499810 4399108	4	5	INTERMEDIA							
32S 0499810 4399108	4	6	INTERMEDIA							
32S 0499810 4399108	4	7	INTERMEDIA	1						
32S 0499828 4399117	5	1	INTERMEDIA	1				1		
32S 0499828 4399117	5	2	INTERMEDIA	1						
32S 0499828 4399117	5	3	INTERMEDIA							
32S 0499828 4399117	5	4	INTERMEDIA	1			1			
32S 0499828 4399117	5	5	INTERMEDIA							
32S 0499828 4399117	5	6	INTERMEDIA							
32S 0499828 4399117	5	7	INTERMEDIA							
32S 0499792 4399076	1	1	ESTERNA							
32S 0499792 4399076	1	2	ESTERNA	1						
32S 0499792 4399076	1	3	ESTERNA							
32S 0499792 4399076	1	4	ESTERNA							
32S 0499792 4399076	1	5	ESTERNA							
32S 0499792 4399076	1	6	ESTERNA							
32S 0499792 4399076	1	7	ESTERNA							
32S 0499819 4401377	2	1	ESTERNA							
32S 0499819 4401377	2	2	ESTERNA							
32S 0499819 4401377	2	3	ESTERNA							
32S 0499819 4401377	2	4	ESTERNA							
32S 0499819 4401377	2	5	ESTERNA							
32S 0499819 4401377	2	6	ESTERNA							
32S 0499819 4401377	2	7	ESTERNA							
32S 0501649 4400800	3	1	ESTERNA							
32S 0501649 4400800	3	2	ESTERNA							
32S 0501649 4400800	3	3	ESTERNA							
32S 0501649 4400800	3	4	ESTERNA	1						
32S 0501649 4400800	3	5	ESTERNA							
32S 0501649 4400800	3	6	ESTERNA							
32S 0501649 4400800	3	7	ESTERNA							
32S 0499864 4399119	5	1	ESTERNA	1						
32S 0499864 4399119	5	2	ESTERNA	1						
32S 0499864 4399119	5	3	ESTERNA	1						
32S 0499864 4399119	5	4	ESTERNA							
32S 0499864 4399119	5	5	ESTERNA							
32S 0499864 4399119	5	6	ESTERNA	1						1
32S 0499864 4399119	5	7	ESTERNA							

TABELLA 3: RISULTATI GERMINAZIONE NEL PAULI MEDIO

COORDINATE UTM 32S 498895 4400643	CAROTAGGIO	LIVELLO	CINTURA	TAXON						
				Archidium alternifolium	Bryum sp.	Fossombronia sp.	Pohlia	Riccia canaliculata	Tortula sp.	Talli
32S 0498948 4400483	1	1	INTERNA							
32S 0498948 4400483	1	2	INTERNA							
32S 0498948 4400483	1	3	INTERNA							
32S 0498948 4400483	1	4	INTERNA							
32S 0498948 4400483	1	5	INTERNA							
32S 0498948 4400483	1	6	INTERNA							
32S 0498948 4400483	1	7	INTERNA							
32S 0498944 4400490	2	1	INTERNA							
32S 0498944 4400490	2	2	INTERNA							
32S 0498944 4400490	2	3	INTERNA							
32S 0498944 4400490	2	4	INTERNA							
32S 0498944 4400490	2	5	INTERNA							
32S 0498944 4400490	2	6	INTERNA							
32S 0498944 4400490	2	7	INTERNA							
32S 0498939 4399073	3	1	INTERNA							
32S 0498939 4399073	3	2	INTERNA							
32S 0498939 4399073	3	3	INTERNA							
32S 0498939 4399073	3	4	INTERNA							
32S 0498939 4399073	3	5	INTERNA							
32S 0498939 4399073	3	6	INTERNA	1	1					
32S 0498939 4399073	3	7	INTERNA							
32S 0498948 4400497	4	1	INTERNA							
32S 0498948 4400497	4	2	INTERNA	1						
32S 0498948 4400497	4	3	INTERNA							
32S 0498948 4400497	4	4	INTERNA							
32S 0498948 4400497	4	5	INTERNA		1	1				
32S 0498948 4400497	4	6	INTERNA	1						
32S 0498948 4400497	4	7	INTERNA	1						
32S 0497193 4400446	1	1	INTERMEDIA							
32S 0497193 4400446	1	2	INTERMEDIA							
32S 0497193 4400446	1	3	INTERMEDIA						1	
32S 0497193 4400446	1	4	INTERMEDIA	1						
32S 0497193 4400446	1	5	INTERMEDIA							
32S 0497193 4400446	1	6	INTERMEDIA							
32S 0497193 4400446	1	7	INTERMEDIA							
32S 0498966 4399053	2	1	INTERMEDIA							
32S 0498966 4399053	2	2	INTERMEDIA							
32S 0498966 4399053	2	3	INTERMEDIA							
32S 0498966 4399053	2	4	INTERMEDIA							
32S 0498966 4399053	2	5	INTERMEDIA							
32S 0498966 4399053	2	6	INTERMEDIA	1						
32S 0498966 4399053	2	7	INTERMEDIA							
32S 0497178 4400458	3	1	INTERMEDIA							
32S 0497178 4400458	3	2	INTERMEDIA							
32S 0497178 4400458	3	3	INTERMEDIA						1	
32S 0497173 4400458	3	4	INTERMEDIA						1	
32S 0497178 4400458	3	5	INTERMEDIA							
32S 0497178 4400458	3	6	INTERMEDIA							
32S 0497178 4400458	3	7	INTERMEDIA							
32S 0498965 4400427	1	1	ESTERNA							
32S 0498965 4400427	1	2	ESTERNA							
32S 0498965 4400427	1	3	ESTERNA							
32S 0498965 4400427	1	4	ESTERNA		1					
32S 0498965 4400427	1	5	ESTERNA							
32S 0498965 4400427	1	6	ESTERNA							
32S 0498965 4400427	1	7	ESTERNA							
32S 0497159 4400452	2	1	ESTERNA							
32S 0497159 4400452	2	2	ESTERNA							
32S 0497159 4400452	2	3	ESTERNA							
32S 0497159 4400452	2	4	ESTERNA							
32S 0497159 4400452	2	5	ESTERNA							
32S 0497159 4400452	2	6	ESTERNA							
32S 0497159 4400452	2	7	ESTERNA							
32S 0498948 4400577	3	1	ESTERNA		1				1	
32S 0498948 4400577	3	2	ESTERNA							
32S 0498948 4400577	3	3	ESTERNA							
32S 0498948 4400577	3	4	ESTERNA							
32S 0498948 4400577	3	5	ESTERNA							
32S 0498948 4400577	3	6	ESTERNA							
32S 0498948 4400577	3	7	ESTERNA							1

TABELLA 3: RISULTATO DELLA GERMINAZIONE NEL PAULI PICCOLO

COORDINATE UTM 32S 498778 4398860	CAROTAGGI	LIVELLI	CINTURA	TAXON						
				Archidium alternifolium	Bryum sp.	Fossombronia	Pohlia	Riccia canaliculata	Talli	Tortula sp.
32S 0497187 4400436	1	1	INTERNA							
32S 0497187 4400436	1	2	INTERNA							
32S 0497187 4400436	1	3	INTERNA							
32S 0497187 4400436	1	4	INTERNA	1						
32S 0497187 4400436	1	5	INTERNA							
32S 0497187 4400436	1	6	INTERNA							
32S 0497187 4400436	1	7	INTERNA							
32S 0498942 4399063	2	1	INTERNA							
32S 0498942 4399063	2	2	INTERNA							
32S 0498942 4399063	2	3	INTERNA							
32S 0498942 4399063	2	4	INTERNA	1						
32S 0498942 4399063	2	5	INTERNA							
32S 0498942 4399063	2	6	INTERNA							
32S 0498942 4399063	2	7	INTERNA							
32S 0498957 4399066	1	1	INTERMEDIA							
32S 0498957 4399066	1	2	INTERMEDIA							
32S 0498966 4399063	1	3	INTERMEDIA							
32S 0498957 4399066	1	4	INTERMEDIA	1		1				1
32S 0498957 4399066	1	5	INTERMEDIA							
32S 0498957 4399066	1	6	INTERMEDIA							
32S 0498957 4399066	1	7	INTERMEDIA	1						1
32S 0497186 4460431	2	1	INTERMEDIA							
32S 0497166 4460431	2	2	INTERMEDIA		1					
32S 0497186 4460431	2	3	INTERMEDIA							
32S 0497186 4460431	2	4	INTERMEDIA							
32S 0497186 4460431	2	5	INTERMEDIA							
32S 0497186 4460431	2	6	INTERMEDIA							
32S 0497186 4460431	2	7	INTERMEDIA							
32S 0497205 4400454	1	1	ESTERNA							
32S 0497205 4400454	1	2	ESTERNA							
32S 0497205 4400454	1	3	ESTERNA							
32S 0497205 4400454	1	4	ESTERNA							
32S 0497205 4400454	1	5	ESTERNA							
32S 0497205 4400454	1	6	ESTERNA							
32S 0497205 4400454	1	7	ESTERNA							
32S 0498978 4399030	2	1	ESTERNA							
32S 0498978 4399030	2	2	ESTERNA							
32S 0498978 4399030	2	3	ESTERNA							
32S 0498978 4399030	2	4	ESTERNA							
32S 0498978 4399030	2	5	ESTERNA							
32S 0498978 4399030	2	6	ESTERNA							
32S 0498978 4499030	2	7	ESTERNA	1						

CONCLUSIONI

Nell'ambito del dottorato di ricerca in Botanica Ambientale ed Applicata afferente alla Scuola di Dottorato in Ingegneria dell'Ambiente e del Territorio, attivo presso il Dipartimento di Scienze della Vita e dell'Ambiente dell'Università degli Studi di Cagliari, sono state svolte delle ricerche sulla flora briofitica degli "Stagni Temporanei" della Sardegna. Le indagini hanno avuto la durata di quattro anni (2009-2013). L'habitat indagato è stato individuato sull'intero territorio dell'isola, dalla Sardegna Meridionale, Centrale e Sardegna Settentrionale. Durante questo triennio di lavoro si è proceduto alla realizzazione di un database, nel quale sono state inserite tutte le informazioni riguardanti la flora Briofitica dell'habitat indagato. Tale strumento è stato utilizzato per l'analisi ed elaborazione dei risultati del presente studio. Allo scopo di definire lo stato delle conoscenze sulla flora briofitica dell'habitat indagato, una prima fase di studio ha riguardato l'analisi dei dati bibliografici; successivamente è stata intrapresa un'intensa attività di ricerca sul campo. Dai risultati ottenuti emerge per il complesso dei siti sottoposti ad indagine un contingente di 141 entità Briofloristiche delle quali 120 afferenti alla Divisione *Bryophyta*, 20 alla Divisione *Marchantiophyta* e 1 alla Divisione *Anthocerothophyta*. Le famiglie più numerose afferenti alla Divisione *Bryophyta* sono risultate: *Pottiaceae*, *Brachytheciaceae* e le *Bryaceae*, afferenti alla Divisione *Marchantiophyta* le *Ricciaceae*. La verifica dei dati corologici evidenziato la prevalenza di specie ad ampia distribuzione (Temperate, Artico-Alpine, e Boreali) e di contro un numero ristretto di *taxa* endemici e mediterranei, questo è da collegare alla storia evolutiva delle briofite in connessione con i movimenti tettonici delle aree geologiche (Schuster, 1983; Frey & Kürschner, 1988; El-Okla *et al.*, 1988), per cui la prima grande "macroevoluzione" della Brioflora si verificò, in definitiva, quando ancora la Pangea formava un unico continente e sicuramente prima che sorgesse il mare Mediterraneo. Per quanto riguarda i risultati relativi agli elementi ecologici con il dominano le acido-subneutrofile, fotofile, e a parte l'elevata presenza di specie terricole è relativamente abbondante anche le componente sassicola e umicola, risultato che rispecchia le tipologie di substrato presenti nella maggior parte dei siti studiati. In riferimento all'analisi delle affinità ecologiche si rileva una maggiore percentuale di specie con tendenza acidofila, igrofitica e e nitrofila. La maggiore presenza di specie è stata rinvenuta nella fascia più esterna, in quanto sottoposta ad un minore periodo di sommersione. La cospicua percentuale di nitrofile si giustifica con la presenza di pressione pascolativa, soprattutto bovina ed equina. Per quanto riguarda le *Life forms* le più numerose sono le *Turf* caratteristici cespi a cuscino che si adattano insieme alle *short turf* o tappeti bassi alle condizioni di estrema aridità nei periodi più secchi. La *Life strategy*, è rappresentata da specie *colonist* rappresentate dalla componente muscinale acrocarpica mentre tra i muschi pleurocarpici la strategia di vita prevalente è costituita dalle *perennial*.

Escludendo il sito Giara di Gesturi la cui ricchezza è dovuta anche all'elevato numero di pauli che caratterizzano il sito, siti come: monte Arci, media valle altopiano di Abbasanta rio Siddu, Capo Frasca, Marghine-Goceano, e Buddusò si differenziano per una importante ricchezza, inoltre tra questi monte Arci si differenzia anche per diversità di specie. Le ricerche hanno permesso di reperire 2 entità nuove per la Sardegna: *Hypnum revolutum* (Mitt.) Lindb. e *Riccia huebeneriana* Lindenb. La componente Briofitica degli stagni temporanei indagati appare complessivamente condizionata da relativamente pochi fattori rispetto a quelli analizzati. La dimensione dei pauli, così come la quota e la natura geologica del substrato non incidono sulla ricchezza briofloristica dei siti indagati. Fattori come la profondità, la copertura vegetale e la presenza di pascolo rilevato, condizionano la ricchezza della brioflora. Nello specifico, minore è la profondità raggiunta dall'acqua durante la fase di sommersione e maggiore è la ricchezza rilevata nelle pozze. I siti più ricchi presentano una copertura vegetale arbustiva bassa. La presenza del pascolo rilevato in otto siti su nove, anziché ridurre la copertura della brioflora, apporta un contributo positivo alla ricchezza e diversità dei pauli. In particolare le orme lasciate dal calpestio del bestiame favoriscono la sopravvivenza di quelle specie che all'arrivo della fase secca, trovano in queste nicchie dei

microhabitat favorevolmente umidi. La metodologia di campionamento lungo i transetti Nord/Sud ed Est/Ovest non ha rilevato presenza di un gradiente di distribuzione relativo all'esposizione, di conseguenza le specie mostrano una uniformità distributiva; probabilmente nella tipologia di habitat indagato l'esposizione non è un fattore condizionante la ricchezza. L'*Indicator value* ha evidenziato esserci differenza tra composizione floristica e siti, e tra composizione floristica e dimensione dei pauli, nello specifico sono state rilevate specie indicatrici solo per i pauli di grande dimensione e per quelli piccoli; questo risultato può essere interpretato tenendo conto delle differenze nell'idroperiodo, in quanto nei pauli di maggiori dimensioni l'idroperiodo è maggiore rispetto ai pauli di piccola dimensione che tendono a riempirsi prima ma a prosciugarsi più rapidamente. Non sono state evidenziate differenze per i seguenti fattori: copertura vegetale, geologia e tipologia di pascolo. L'analisi condotta per evidenziare specie indicatrici in relazione alla variabilità stagionale, ha evidenziato una maggiore ricchezza e diversità per la cintura esterna o "zona eccezionalmente inondata" e per la cintura intermedia definita "zona emergente"; mentre per la cintura interna sottoposta ad un maggiore periodo di sommersione, non sono state rilevate specie indicatrici.

L'indagine condotta nel campo delle Diaspore, ha permesso di ottenere i seguenti risultati, si è verificata germinazione fino al settimo livello, ossia fino all'ultimo cm di suolo prelevato. La germinazione ha interessato poche entità quali: *Archidium alternifolium*, *Riccia canaliculata*, *Bryum* sp., *Tortula* sp., e *Fossombronia*, la cui presenza, sia nei pauli sottoposti all'esperimento dei carotaggi ma anche nella maggior parte dei siti studiati, è costante, di conseguenza queste specie mostrano la migliore fitness di sopravvivenza e di adattamento a questi ambienti. Ma la stessa presenza di diaspore riscontrata fino all'ultimo livello di suolo carotato testimonia come in questi ambienti la presenza degli animali non comporta un danneggiamento della flora muscinale ma, al contrario apporta rinnovamento ambientale con l'apertura di nuove breccie nella copertura vegetativa che possono permettere l'ulteriore colonizzazione del suolo da parte di queste specie pioniere. Per quanto riguarda le specie germinate non sussistono differenze significative tra i tre pauli indagati, questo risultato conferma l'importanza che le diaspore hanno nella ristabilizzazione della comunità Briofitica dopo il periodo di siccità. In questo studio non è stato possibile considerare tutti gli stagni temporanei presenti nell'isola, ma per quelli considerati sia in base alla loro distribuzione geografica e per le caratteristiche geomorfologiche si è cercato di valutarne anche la "condizione ambientale" in quanto va segnalato che spesso l'inserimento di una zona umida nell'elenco SIC o ZPS non costituisce un valido strumento di tutela e sebbene molto è stato fatto dallo Stato, dalle Regioni e dagli Enti Locali con il recepimento e l'applicazione di alcune importanti norme nazionali e internazionali, con l'istituzione di parchi, riserve naturali e la realizzazione della Rete Natura 2000, non sempre però l'applicazione di una norma garantisce la totale salvaguardia di un'area e spesso i problemi di vulnerabilità permangono. (Massoli-Novelli *et al.* 2009). Dai risultati ottenuti, con l'applicazione di diversi indici ambientali emerge un dato confortante riguardo all'impatto antropico per la maggior parte dei siti, infatti il 41% di entità aemerofile indica un buon stato della naturalità ambientale nonostante la presenza del pascolo, mentre il dato relativo alla salute dei siti all'inquinamento atmosferico, indica Buddusò, Campeda e monte Arcosu come i siti più inquinati.

Circa l'importanza delle zone umide esiste una abbondante letteratura, in crescita negli ultimi decenni, soprattutto per quanto riguarda i caratteri naturalistici, meno per le minacce e i degradi avvenuti o possibili, in ogni caso da un punto di vista generale, la loro importanza è legata a diverse ragioni: nei periodi estivi sempre più siccitosi ed estesi, le raccolte di acqua di ogni genere assicurano una importante umidità ai terreni adiacenti, sotto il profilo climatico le zone umide svolgono una importante funzione termoregolatrice: in estate assicurano un minimo di umidità all'atmosfera circostante, fenomeno molto gradito nelle regioni mediterranee più siccitose. La ciclicità e le caratteristiche di estrema variabilità di tutti quei parametri chimico fisici delle acque (pH, temperatura, salinità, gas disciolti, elementi minori presenti, ecc.) selezionano una grande varietà di specie vegetali che meglio di altre riescono ad adattarsi alla presenza ed al variare di tali parametri. Da tale situazione emerge che la flora e la vegetazione delle tante zone umide, in

apparenza monotona ed uniformi, in realtà risultano diverse sia nella composizione floristica che nelle cenosi. Grazie alla presenza di un così ricco e variegato mondo vegetale molte specie animali ed in particolare gli uccelli, acquatici e non, trovano in questi habitat validi ripari per la nidificazione e per le soste migratorie di conseguenza le zone umide, piccole o grandi, protette o meno, costituiscono dei veri e propri laboratori sulla biodiversità, ove è possibile osservare e studiare la natura in tutte le sue componenti, le relazioni fra tali componenti, le minacce che questi sistemi complessi possono subire. Vista l'importanza di tali habitat sotto il profilo geoambientale, vegetazionale, faunistico, paesaggistico e della biodiversità, appare evidente la necessità di tutelarli in particolare da quelle situazioni che sono state osservate durante questi anni di studio e, così riassunte: attività di bonifica sia per forme di agricoltura che per la costruzione di strade, autostrade e sistemi di viabilità in generale con conseguenti prolemi di inquinamento da scarichi di varia natura e di disturbo sia alla flora che alla fauna; pratica della caccia fuori controllo; in quanto zone non rientranti nella Rete Natura 2000; e zone non tutelate da altre norme.

A conclusione i siti indagati ospitano una brioflora sebbene significativa ed abbondante complessivamente non dissimile da quella riscontrata da altri autori nell'ambito Mediterraneo dell'habitat. Questa prima fase di studio riferita alla componente Briofitica ha interessato solamente 34 stagni temporanei su un totale di 56, individuati nell'isola e rappresenta un ulteriore contributo per eventuali ricerche future.

MODELLI DI CRESCITA (GROWTH FORMS): modalità di ramificazione della parte aerea di un muschio o di un individuo che, essendo geneticamente prestabilita, deriva dalla specie, genere o famiglia a cui appartiene, Magdefrau (1982).

ACROCARPI: MUSCHI ORTOTROPI:

Con gametofiti che producono sporofiti all'apice di un fusto o ramo principale. I muschi acrocarpi crescono generalmente eretti in ciuffi (piuttosto che in tappetini) e presentano ramificazioni sparse o mancanti.

PLEUOCARPI: MUSCHI PLAGIOTROPI:

Con produzione degli sporofiti lateralmente da una gemma pericheziale o da un breve ramo specializzato piuttosto che all'apice del fusto. Con fusti generalmente prostrati, muschi striscianti con abbondanti ramificazioni che crescono in tappetini piuttosto che pulvini e ciuffi.

PH : comportamento delle specie in relazione al fattore acidità.

Acidofile $3,3 < Ph < 5,6$.

Subneutrofile $5,7 < Ph < 7,5$.

Basofile $Ph > 7$.

LIVELLO TROFICO (NUTRIENT AVAILABILITY, EUTROPHICATION): comportamento delle specie in relazione allo stato trofico del substrato. Precisato solamente nel caso in cui si ha una reale indicazione ecologica. È ugualmente precisato il caso delle specie alofile che non è un livello trofico in senso stretto.

Nitrofile substrato a medio contenuto di nutrienti

Anitrofile/Oligotrofile substrato a basso contenuto di nutrienti.

UMIDITÀ: comportamento delle specie in relazione al fattore igrometrico

Igrofile specie adattate ad un ambiente ad elevato contenuto di umidità,

Mesofile specie adattate ad un ambiente a medio contenuto di umidità,

Xerofile specie adattate ad un ambiente moderatamente secco.

SUBSTRATO:

Epilitiche/Sassicola: su roccia

Corticicole: sulla corteccia degli alberi

Saprolignitiche: su materiale legnoso in avanzato stadio di decomposizione

Calcofile: su suoli arricchiti da metalli pesanti

Umicole: su suoli ricchi di humus

Alofitiche: su suoli arricchiti di sabbia

Turficola: su torba

LIFE STRATEGY: Per During (1979), il concetto di strategia di vita sottintende l'adattamento delle specie alle fluttuazioni ambientali, le quali possono essere variabili in frequenza e prevedibilità. In accordo con During (1992) la Life strategy comprende le seguenti categorie e sottocategorie:

Perennial: specie a vita lunga; suddivise in diverse categorie:

Competitive perennial.

Long-lived shuttle: specie a vita lunga (pluriennali-perenni)

Stress tolerant perennials

Annual shuttle: specie con vita breve (effimere) annuali-pauciennali, suddivise in diverse categorie:

Short-lived shuttle: specie a vita breve (pauci-pluriennali)

Colonist: specie che hanno una vita breve (annuali-pauci-pluriennali), comprendenti le categorie:
Ephemeral colonists
Pioneer colonists.

LIFE FORMS: la definizione si basa su caratteri fenotipici, con il termine si intende l'aspetto generale di una colonia di briofite, derivante dal modello di crescita, dal modello di ramificazione e dall'assemblaggio generale degli individui, il tutto sottoposto alle modificazioni prodotte dall'ambiente;

Cushion: muschi a cuscinetto, con fusti più o meno eretti.

Dendroid: simile ad albero, arboreo.

Mats: a tappeto.

Turf: forma di crescita a cespo.

Tuft: forma di crescita a cuscinetto

Weft: a tappeto con trama lassa.

PRESSIONE ANTROPICA (HUMAN IMPACT: HEMEROPHILOUS-HEMEROPHOBIOUS GRADIENT).

Ahem (erobous): assente

Mesohem (erobous): moderato

Oligohem (erobous): debole

Euhem (erobous), hemerophilous: forte

Polihem (erobous), hemerophilous: molto forte.

ALTOPIANO DELLA GIARA DI GESTURI



CATENA DEL MARGHINE-GOCEANO



ALTOPIANO DI MONTE ARCI (LOC. PRAMALLU)



(LOC. USELLUS)



(PAULI MEDIA VALLE DEL TIRSO ALTOPIANO ABBASANTA RIO SIDDU)



ALTOPIANO DI BUDDUSÒ



ALTOPIANO DELLA CAMPEDA



ALTOPIANO DI MONTE SANTO



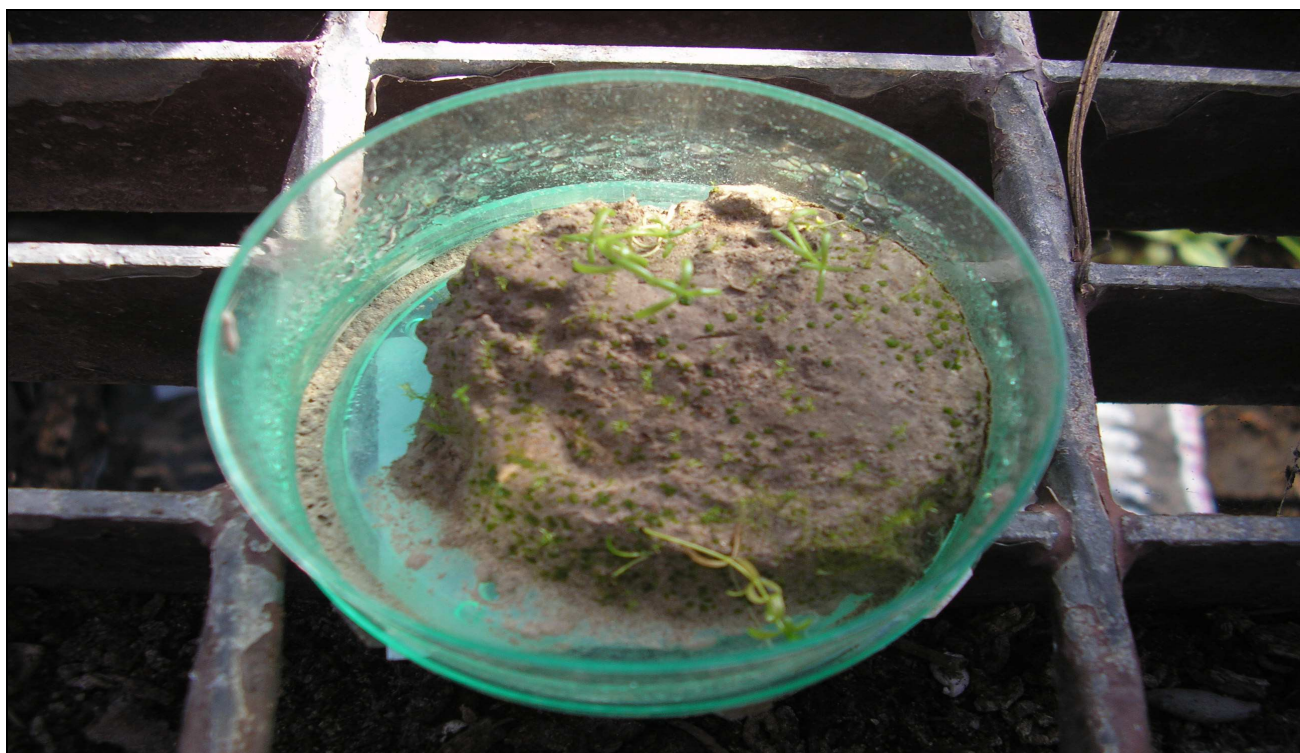
ALTOPIANO DI CAPO DELLA FRASCA



PAULI DI IGLESIAS-DOMUSNOVAS









- Aceto M., Abolino O., Conca R., Malandrino M., Mentasti E., Sarzanini C., 2003. The use of mosses as environmental pollution indicators. *Chemosphere* **50**, 333-342.
- Aleffi M., 1991. Flora briologica e qualità dell'aria nella città di Jesi (Marche –Italia Centrale), *Arch. Bot. Ital.*, **67**:128-140.
- Aleffi M., Gigli C., Luminari N., (1995a). Briofite epifite come bioindicatori dell'inquinamento atmosferico: la valutazione dell'I.A.P. (Index of Atmospheric purity) in alcune città delle Marche (Italia Centrale), *Arch. Bot. Ital.*, **27**(1): 87-94.
- Aleffi A., Cogoni A., Cortini Pedrotti C., 1995b. Contributo alla Flora Briologica del Massiccio del Gennargentu, territorio di Arzana (Sardegna centro-orientale). *Inform., Bot.Ital.*, **27** (2): 201-218.
- Aleffi M. & Puntillo D., 1998. Contributo alla conoscenza della flora briologica della Calabria. *Webbia*, **53**(1): 181-190.
- Aleffi M. & Cogoni A., 2007. Flora Italiana da conservare: Iniziativa per l'implementazione in Italia delle categorie e dei criteri IUCN (2001) per la redazione di nuove liste rosse. *Informatore Botanico Italiano*, XX(x) 2007.
- Aleffi M., Ernandes P., Zuccarello V., 2007. L'habitat prioritario stagni temporanei mediterranei in Puglia: nuovi dati distributivi e segnalazioni di specie interessanti. *Informatore Botanico Italiano*, **39**(2) 271-279.
- Aleffi M. & Tacchi R., 2008. "Caratteristiche generali e sistematiche delle Bryophyta (muschi)." pp 2-65. In "Biologia ed ecologia delle Briofite". Aleffi Michele. Antonio Delfino Editore, Roma.
- Aleffi M., Tacchi R., Cortini Pedrotti C., 2008. Check-list of the Hornworts, liverworts and Mosses of Italy. *Bocconea* **22**: 5-254.
- Aleffi M., Ernandes P., Zuccarello V., 2009. La componente briofitica degli stagni temporanei mediterranei in Puglia. 104° Congresso della Società Botanica Italiana Onlus.
- Aleffi M., Ernandes P., Zuccarello V., 2010. La componente briofitica degli stagni mediterranei in Puglia. 104° Congresso della Società Botanica Italiana: Campobasso 17-19 settembre 2009.
- Angius R., 2007. Studi floristici ed ecologici dei territori della Sardegna meridionale: boschi e boscaglie ripariali del Sulcis-Iglesiente (Sardegna SW). Dottorato di ricerca in Botanica Ambientale ed Applicata (XIX ciclo).
- Arrigoni P.V., 1968. Fitoclimatologia della Sardegna. *Webbia*, **23**(1):1-100.
- Auderset Joye D., Oertli B., Lehmann A., Juge R., & Lachavanne J.B.M 2006. The predictions of macrophyte species occurrence in Swiss ponds. *Hydrobiologia*, **570**:75-182
- Bagella S., Farris E., Pisanu S., Filigheddu R., 2005. Ricchezza floristica e fitosociologica degli habitat umidi temporanei nella Sardegna nord-occidentale. *Inform Bot Ital* **37**: 112–113.

- Bagella S., Caria MC., Farris E. & Filigheddu R., 2007. Issues related to the classification of Mediterranean temporary wet habitats according with the European Union Habitats Directive. *Fitosociologia* 44(2) suppl. 1: 245-249.
- Bagella S., Caria MC., Farris E., Filigheddu R., 2009a. Phytosociological analysis in Sardinian Mediterranean temporary wet habitats. *Fitosociologia* Vol. **46** (1): 11-26.
- Bagella S., Caria MC., Zuccarello V., 2009b. Small-Scale plant distribution in Mediterranean Temporary ponds: implications for conservation. In: Conference on Mediterranean Temporary Ponds. 5-8 Mào 2009. Menorca. Spain.
- Bagella S., Caria MC., Farris E., Filigheddu R., 2009c. Spatial-time variability and conservations relevance of plant communities in Mediterranean Temporary wet habitats. A case of study in Sardinia (Italy). *Plant Biosystem* **143**(3): 435-442.
- Bagella S., Caria MC., Zuccarello V., 2010. Patterns of emblematic habitat types in Mediterranean Temporary wetlands. *Comptes Rendus Biologies* **333**(9): 694-700.
- Bagella S. & Caria MC., 2011. Diversity and ecological characteristics of vascular flora in Mediterranean Temporary pools. 2011. *Comptes Rendus Biologies*.
- Bagella S. & Caria MC., 2012. Sensitivity of ephemeral wetland swards with *Isoetes histrix* Bory to environmental variables: implications for the conservation of Mediterranean temporary ponds. *Aquatic Conservation: Marine and freshwater Ecosystem. Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.* (2012).
- Barbero M., 1965. Groupements hygrophyles de l'*Isoetion* dans le Maures . *Boll. Soc. Bot. Fr.*, 112:276-290.
- Barbero M., 1967. L'*Isoetion* de Maures , groupements mesophyles, études du milieu. *Ann. Fac. Sci. Marseille*, **39**:25-37.
- Barsali E., 1908 - Epatiche di Sicilia, Isole Eolie e Pelagie. *Boll. Naturalista*, **28**: 14-17, 29-32.
- Basile A., Cogoni A., Bassi P., Fabrizi E., Sorbo S., Giordano S., Castaldo Cobianchi R., 2008. Accumulation of Pb and Zn in gametophytes and sporophytes of the Moss *Funaria hygrometrica* (Funariales). *Annals of Botany* **87**(4): 537-543.
- Belloni S., 1975. Il clima delle provincie di Como e di Varese in relazione allo studio dei dissesti idrogeologici. C.N.R., Fondazione per i Problemi Montani dell'Arco Alpino, n. **99**:1-96.
- Bento-Pereira F. & Sérgio C., 1983. Liquenes e briòfitos como bioindicadores de poluição atmosférica. II. Utilização de uma escala quantitativa para Lisboa, *Rev. Biologia*, **12**: 297-313. LOR
- Beja P. & Alcazar R., 2003. Conservation of Mediterranean Temporary Ponds under agricultural intensification, an evaluation using amphibians. *Biological Conservation* **114**: 317-326.
- Berlekamp J., Herpin U., Matthiers M., Lieth H., Markert B., Weckert V., Wolterbeek B., Verburg T., Zinner H.J., Siewers U., 1998. Geographyc classification of heavy metal concentrations in

mosses and stream sediments in the Federal Republic of Germany. Water Air Soil Pollu. **101**, 177-195.

Bischler H. 2004. Liverworts of the Mediterranean. Bryophytorum bibliotheca 61: 1-252.

Bischler H & Jovet-Ast S., 1971-1972. Les Hépatiques de Sardaigne. Enumération, notes écologiques et biogéographiques. Revue Bryologique et Lichénologique **38**: 325-419.

Blaustein L. & Schwartz S.S., 2001. Why study ecology in temporary pools? Journal of Zoology **47**: 303-312

Bocchieri E., Mulas B., Avena G., 1988. La flora della Penisola di Capo Mannu (Sardegna Centro Occidentale). Webbia **42** (2):201-225.

Bocchieri E., Mulas B., 1992. La flora della penisola di Capo Frasca. (Sardegna Centro-Occidentale). Webbia, **46** (2), 1992.

Boix D., Sala J., Quintana XD., Moreno-Amich R., (2004) Succession of animal community in a Mediterranean temporary pond. J N Am Benthol Soc **23**(1): 29-49.

Braun-Blanquet J., 1936. Un joyau floristique et phytosociologique l'*Isoetion* méditerranéen. Comm. S. I. G. M. A., 42, Bull. Soc. Et. Sci. Nat., Nîmes **46**: 23 p.

Camarda I., 1986. Aree di interesse naturalistico nel Marghine. (Atti Convegno: Risorse Agro-Forestali sviluppo 7^a Comunità Montana Margine-Planargia,: 21-23. In Bullettino dell'Istituto Botanico dell'Università di Sassari. Vol. XII, Fasc. I.

Canfield D.E.J. & Hoyer M.V., 1988. Influence of nutrient enrichment and light availability on the abundance of aquatic macrophytes in Florida streams.Can. J. Fish. Aquat. Sci., **45**:1467-1472

Caratello A., 2001 Flora briologica e considerazioni biogeografiche dell'Isola di Marettimo (Arcipelago delle Egadi, Sicilia occidentale). Braun-Blanquetia, **31**: 63-77.

Caratello A. & Aleffi M., 1999. *Fossombronia crozalsii* Corb. (Codoniaceae), new to the italian bryoflora. Cryptogamie, Bryol., **20**(1): 69-71.

Carballeira A. & Fernandez J.A., 2002. Bioconcentration of metals in the moss *Scleropodium purum* in the area surrounding a power plant. A geotopographical predictive model for mercury. Chemosphere **47**, 1041-1048

Carpi A., Weinstein L.H., Ditz D.W., 1994. Bioaccumulation of mercury by *Spagnum* moss near a municipal solid waste incinerator . J. Air Waste Manage. Assoc. **44** (5), 669-672.

Casas C., Cros R.M., Brugués M., Sérgio C., Font J., 1998. Els briòfits de les basses de l'Albera, Alt Empordà. Gea, Flora et Fauna. Butll. Inst. Cat. Hist. Nat., **66**:73-80.

Cogoni A., Aleffi M., Scrugli A., 1999. Sardinia's bryological flora: the state of knowledge and chorological considerations. Webbia, **53** (2): 381-392

Cogoni A., Flore F., Adamo C., Scrugli A., 2000a. Le briofite dell'isola di Serpentara (Sardegna sud orientale). INTERREG II, Environnement et identité en Méditerranée, Corte 13-16 Juin

2000, **2**: 193-197.

Cogoni A., Scrugli A., 2000b. *Acaulon fontiquerianum* Casas et Sérgio (*Musci*, *Pottiaceae*) new to Sardinia (Italy). *Cryptogamie, Bryol.*, 21(4):285-288.

Cogoni A., Flore F., Cappai M., 2001. *Hypnum cupressiforme* Hedw. quale mezzo per il monitoraggio della deposizione radioattiva in Sardegna. EUR Reports-Joint Research Centre, Ispra. :65-69.

Cogoni A., Flore F., Aleffi M., 2002. Sardinia's bryoflora on Monte Limbara (Northern Sardinia). *Cryptogamie Bryologie*. **23**(1), 73-86.

Cogoni A., Flore F., Scrugli A., 2004a. The bryological flora of Isola dei Cavoli (southeastern Sardinia - Italy). *Flora Mediterranea* 14: 115-127

Cogoni a., Flore F., Scrugli A., 2004b. The bryological flora of Isola dei Cavoli (S-E Sardinia Italy). *Flora Mediterranea*, **14** (115-127).

Cogoni A., Flore F., Adamo C., Lai R., Scrugli A. 2006a. Ecology of bryophytes of damp areas at Giara di Gesturi (Southern Central Sardinia). *Bocconea* **19**:65-76.

Cogoni A., Adamo C., Flore F., 2006b. Su alcuni nuovi o interessanti reperti della brio flora sarda. *Informatore Botanico Italiano* , 38 (Suppl. 1): 145-148.

Cogoni A., Flore F., Adamo C., R., Scrugli A. 2007. The bryophytic flora of the Molara Island (NE Sardinia).

Cogoni A., Scrugli A., Cortis P., 2009a. Bryophyte flora of some temporary pools in Sardinia and Corsica. *Plant Biosystem*, vol.143 supplement 2009 pp. S97-103.

Cogoni A., Scrugli A., Flore F., Cortis P., Aleffi M., 2009b. The bryophyte flora of the Asinara Island. (NorthWest Sardinia Italy). *Cryptogamie* **30**(1), 79.

Cogoni A., Brundu G., Zedda L., 2011a. Diversity and ecology of terricolous and lichen communities in coastal areas of Sardinia (Italy). *Nova Hedwigia* Vol. **92**,1-2, 159-175.

Cogoni A., Brundu G., Zedda L., 2011b. Diversity and ecology of terricolous bryophyte and lichen communities in coastal areas of Sardinia (Italy). *Nova Hedwigia* 92 (1–2): 159–175

Cogoni A., 2012. Flora da conservare: implementazione delle categorie e dei criteri IUCN (2001) per la redazione di nuove Liste Rosse: *Acaulon fontiquerianum* Casas et Sérgio. *Informatore Botanico Italiano* 44 (1): 253-254.

Ellis, L T; Alegro, A; Bednarek-Ochyra, H; Ochyra, R; Bergamini, A; Cogoni A., Erzberger, P; Górski, P; Gremmen, N; Hespanhol, H; Vieira, C; Kurbatova, L E; Lebouvier, M; Martinčić, A; Asthana, A K; Gupta, R; Nath, V; Natcheva, R; Ganeva, A; Özdemir, T; Batan, N; Plášek, V; Porley, R D; Randić, M; Sawicki, J; Schroder, W; Sérgio, C; Smith, V R; Sollman, P; Ștefănuț, S; Stevenson, C R; Suárez, G M; Surina, B; Uyar, G; Surina, Z Modrič, 2012b. New National and regional bryophyte records': *Sanionia uncinata* (Hedw.) Loeske. *Journal of Bryology*, 34(2): 123-134.

- Cortini C., 1964. Studio floristico e fitogeografico dei muschi della foresta di Pixinamanna. *Webbia*, 19(1): 455-490 (1964)
- Cortini C., 1965. Ulteriori osservazioni sui muschi della foresta di Pixinamanna (Sardegna meridionale). *Webbia*, 20 (2): 707-713 (1965).
- Cortini C., 1966. Nuovi reperti della flora briologica della Sardegna. *Atti Ist. Bot. Lab. Critt. Univ. Pavia*, Serie 6, 2: 9-32, 1966.
- Cortini C., 1980. Prodrómo dei muschi della Sardegna. *Lavori Soc. It. Biogeogr.* 8: 139-169, 1980.
- Cortini C., 1985. Contributo alla conoscenza dei muschi della Sardegna. *Boll. Soc. Sarda Sci. Nat.* 24: 123-147, 1985 (in coll. with R. Troiano)
- Cortini Pedrotti C. & Aleffi M., 1995. Stato delle conoscenze briologiche delle isole circum-sarde e considerazioni briogeografiche. *Biogeografia- Vol. XVIII-1995*.
- Cortini Pedrotti C., 2001 Flora dei muschi d'Italia. *Sphagnopsida, Andreaeopsida, Bryopsida* (1 parte). Antonio Delfino Editore.
- Cortini Pedrotti C., 2006. Flora dei muschi d'Italia *Bryopsida* (II parte). Antonio Delfino Editore.
- Cove D.J, Shild A., Ashton N.W., Hartman E., 1978. Genetic and physiological studies on the effect of light on the development of the moss *Physcomitrella patens*. *Photochemistry and Photobiology*, **27**: 249-254.
- Cove D.J., Ashton N.W., 1984. The ormonal regulation of gametophytic development in bryophytes. In: Dyer A.R., Duckett J.G. (eds.), *The Experimental biology of bryophytes*. Academic press, London: 177-202.
- Crozals A. de, (1903). *Riccia subbifurca* Warn. In litt..*Rev. Bryol.*,: 62-64.
- Culicov O.A., Frontasyeva M.V., Steinnes E., Okina O.S., Santa Zs., Todoran R., 2002. Atmospheric deposition of metals around the lead and copper-zinc smelters in Baia mare, Romania, studied by the moss biomonitoring technique, neutron activation analysis and flame atomic absorption spectrometry. *J. Radioanal. Nucl. Chem.* **254**(1), 109-115.
- Dawson F. H. & Haslam S. M., 1983. The management of river vegetation with particular reference to shading effect of marginal vegetation. *Landscape Plan.*, **10**: 147-169.
- Darell P. & Cronberg N., 2011. Bryophytes in black alder swamps in South Sweden: habitat classification, environmental factors and life strategy. *Lindbergia* 34: 9-29.
- Declerck S., De Biet T., Ercken D., Hampel H., Schrijvers S., Van Wichelen J., Gillard V., Mandiki R., Losson B., Bauwens D., Keijers S., Vyverman W., Goddeeris B., De Meester L., Brendonck L. B& Martens K., 2006. Ecological characteristics of small ponds: associations with lands-use practices at different spatial scales. *Biol. Conserv.*, **131**:523-532
- Desfayes M., 2008. Flore vasculaire herbacée des eaux douces et des milieux humides de la Sardaigne. *Fl. Medit.* **18**:247-331. ISSN 1120-4052.

- Dierssen K., 2001. Distribution, ecological amplitude and phytosociological characterization of European Bryophytes.
- Directive 92/43/CEE. 1992. Directive 92/43/CEE du Conseil du 21 mai 1992: Conservation des Habitats Naturels ainsi que de la Faune et de la Flore sauvages. Journal officiel de Communautés européennes L 206:7.
- Direttiva 79/409/CEE. Direttiva del Consiglio del 2 aprile 1979 Concernente la *conservazione degli uccelli selvatici*. (79/409/CEE). (GUL 103 del 25.4.1979).
- Dufrene, M. & P. Legendre. 1997. Indicator values calculated with method of Dufrene & Legendre. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. Ecological Monographs **67**:345-366.
- Düll R. 1983. Distribution of the European and Macaronesian liverworts (Hepaticophytina). Bryol Beitr **2**:1-115.
- Düll R. 1984. Distribution of the European and Macaronesian mosses (Bryophytina). Part I. Bryol Beitr **4**:1-113.
- Düll R. 1985. Distribution of the European and Macaronesian mosses (Bryophytina). Part II. Bryol Beitr **5**:110-232.
- Düll R. 1992. Distribution of the European and Macaronesian mosses (Bryophytina). Annotations and Progress. Bryol Beitr **8/9**:1-223.
- During H. J. 1979. Life strategy of Bryophytes: a preliminary review. Lindbergia, **5**: 2-18.
- During H.J., 1992. Ecological classifications of Bryophytes and Lichens. In J.W. Bates and A.M. Farmer (eds.), Bryophytes and Lichens in a changing environment, 1-31. Oxford University Press, Oxford, UK.
- ECCB (European Committee for Conservation of Bryophytes), 1995- Red Data Book of European Bryophytes. ECCB, Trondheim.
- Eitam A., Noren C., Blaustein L. 2004. Microturbellarian species richness and community similarity among temporary pools: relationships with habitat properties. Biodivers Conserv **13**:2107-2117.
- El-Oklah A.A., Frey W., Kürschner H., 1988. The bryophyte flora of Trans-Jordan. A catalogue of species and floristic elements. Willdenowia, **18**: 253-279.
- Ernandes P., Beccarisi L., Zuccarello V., 2007. L'habitat prioritario "stagni temporanei mediterranei" in Puglia: nuovi dati distributivi e segnalazioni di specie interessanti. Inform. Bot. Ital., **39**(2) 271-279.
- European Commission DG Environment (2007) Manual of European Union Habitats, EUR 27
- Fahrig, L. & Paloheimo, J. 1988. Determinants of local population size in patchy habitats. *Theoret. Popul. Biol.*, **34**, 194-213.

- Fernandez J.A., Ederra A., Nunez E., Martinez-Abaigar J., Infante M., Heras P., Elias M.J., Mazimpaka V., Carballeira A., 2002. Biomonitoring of metal deposition in northern Spain by moss analysis. *Sci. Total Environ.* **300**, 115-127-
- Figueira R., Sergio C., Sousa A.J., 2002. Distribution of trace metals in moss biomonitors and assessment of contamination sources in Portugal. *Environ. Pollut.* **118**, 153-163.
- Flore F., Bacchetta G., Cogoni A. 2001. Contributo alla conoscenza della brioflora del Sulcis (Sardegna sud-occidentale). *Rend. Sem. Fac. Scien. Univ. Cagliari* 70: 215-247
- Frey W. & Kürschner H., 1988. Bryophytes of the Arabian Peninsula and Socotra. Floristics, phytogeography and definition of the Xerothermic Pangaeen element Studies in Arabian bryophytes 12. *Nova Hedwigia*, 46(1/2): 37-120.
- Frey W. & Kürschner H. 1995. Soziologie und Lebensstrategien epiphytischer Bryophyten in Israel und Jordanien. *Nova Hedwigia* **61**: 211-232.
- Gauthier P., Grillas P., Hugonnot V., Hebrard J.P., 2004. Mediterranean Temporary pools, **1** , 40-45.
- Gerdol R., Bragazza L., Marchesini R., Alber R., Bonetti L., Lorenzoni G., Achilli M., Buffoni A., De Marco N., Franchi M., Pison S., Giaquinta S., Palmieri F., Spezzano P., 2000. Monitoring of heavy metal deposition in Northern Italy by moss analysis. *Environ. Pollut.* **108**, 201-208-
- Genoni P., Parco V., Santagostino A., 2000. Metal biomonitoring with mosses in the surroundings of an oil-fired plant in Italy. *Chemosphere* **41**, 729-733.
- Gilbert O.L., 1970. Further studies on the effect of the sulphur dioxide on lichens and bryophytes, *New Phytol.*, **69**:605-627.
- Giordano S. & Muscariello L., 2008. Il sistema protonemico nei muschi. *Biologia ed ecologia delle briofite*. Michele Aleffi. Antonio Delfino Editore. Roma. pp 105-114.
- Grillas P., Gauthier P, N. Yavercovski N, Perennou C., editors. 2004. *Méditerranéan temporary Pools* 1. Station Biologique de la Tour du Valat, Arles.
- Gurney, W.S.C. & Nisbet, R.M. 1978. Single species population fluctuations in patchy environments.
- Jacob C., Poizat G., Veith M., Seitz A., Crivelli A.J., 2003. Breeding phenology and larval distribution of amphibians in a Mediterranean pond network with unpredictable hydrology . *Hydrobiologia* **499**: 51-61.
- Halleraker J.H., Reimann C., de Caritat P., Finne T.E., Kashulina G., Niskaavaara H., Bogatyrev I., 1998. Reliability of moss (*Hyloconium splendens* and *Pleurozium schreberi*) as a bioindicator of atmospheric chemistry in the Barents region: interspecies and field duplicate variability . *Sci. Total. Environ.* **218**, 123-129-
- Harris , S. W. & Marshall, W. H. 1963. Ecology of water-level manipulations on a northern marsh. *Ecology*, **44**:331-343.

- Hebrard J.P., 1970 Formations muscinales rupicoles de Provence cristalline. Annales de la Faculté des Sciences de Marseille, **XLIV**.
- Herben T. & Söderström L., 1992 Which habitat parameters are most important for the persistence of a bryophyte species on patchy, temporary substrates? Biological conservation, **59**, 121-126.
- Herzog T H., 1905. Ein Beitrag Zur Kenntniss Der Laub Und Lebermoosflora Von Sardinien. Ber. Schweiz. Bot. Ges., **15**:41-66.
- Hill M.O., Preston C.D., Bosanquet S.D.S. & D.B. Roy 2007. BRYOATT. Attributes of British and Irish Mosses, Liverworts and Hornworts. NERC centre for Ecology and Hydrology and Countryside Council for Wales.
- Hinden H., Oertli B., Menetrey N., Sager L. & Lachavanne J.B., 2005. Alpine pond biodiversity: what are the related environmental variables? Aquatic Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst., **15**: 613-624.
- Hock Z., Szövényi P., Schneller J.J., Tóth Z., Urmi E. 2008. Bryophyte diaspore bank: a genetic memory? Genetic structure and genetic diversity of surface populations and diaspore bank in the liverwort *Mannia fragrans* (Aytoniaceae). American Journal of Botany **95**(5): 542-548.
- Hodgetts N., 2001. Europe (incl. Macaronesia). pp. 44-53 In: Halli nbgback T., Hodgetts N. (Eds.), Mosses Liverworts, and Hornworts. Status Survey and Conservation Action Plant for Bryophytes. IUCN/SSC Bryophyte Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. X +106 pp.
- Hugonnot V. 2002. Réserve Naturelle de Roque-Haute (Hérault, France). Flore et végétation bryologiques- Bilan actuel et analyse bibliographique. Association Loisirs Botaniques, Réserve Naturelle de Roque-Haute.
- Hugonnot V. & J. P. Hébrard 2004. "Des enjeux de conservation importants pour les Bryophytes". In: Les mares temporaires Méditerranéennes. Vol 1. Enjeux de conservation, fonctionnement et gestion.
- Hugonnot V. & J. P. Hébrard 2004a. In: Grillas P., Gauthier P., Yavercovski N, Perennou C (2004). Mediterranean temporary pools. Issues relating to conservation, functioning and management, Vol 1. Station biologique de la Tour du Valat. "Des enjeux de conservation importants pour les Bryophytes" p. 47
- Hugonnot V. & J. P. Hébrard 2004b. In: Grillas P., Gauthier P., Yavercovski N, Perennou C (2004). Mediterranean temporary pools. Issues relating to conservation, functioning and management, Vol 2. Fiches espèces pp. 74-77
- ISTAT (Istituto Centrale di Statistica) 1962-1981. Annuario di statistiche Metereologiche. Roma.
- Karen A. P. & W. C. Johnson 1988. Effect of hydroperiod on seed bank composition in semipermanent prairie wetlands. Can. J. Bot. **67**: 856-864.
- Kadlec, J.A. 1962. Effects of a drawdown on a waterfowl impoundment. Ecology, **43**:267-281.

- Keddy P. A. & Rezniceck A. A. (1982). The role of seed banks in the persistence of Ontario's coastal plain flora. *The American Journal of Botany*. **69**, 13-22.
- Keddy P. A. & Rezniceck A. A. (1986). Great Lakes vegetation dynamics: the role of fluctuating water levels and buried seeds. *Journal of Great Lakes Research*, **12**, 25-36.
- Keeley J.E. & Zedler P.H., 1998. Characterization and Global Distribution of Vernal Pools. In: Witham C.W., Bauder E.T., Belk D., Ferren Jr. W.R., Ornduff R. (Eds), *Ecology, Conservation, and Management of a Vernal Pool Ecosystem*. Proc. 1996 Conf. California Native Plant Society Sacramento, CA: 1-14.
- Knoop B., 1984. Development in Bryophytes. In: Dyer A.R., Duckett J.G. (eds.), *The Experimental biology of Bryophytes*. Academic press, London: 143-176.
- Kürschner H. 1994. Adaptionen und Lebensstrategien in basiphytischen Gesteinsmoosgesellschaften am Nordrand der Schwäbischen Alb (Süd Deutschland). *Phytocoenologia* **24**: 531-558.
- Kürschner H., Tonguç Ö, Yayintaş A., 1998. Life strategy in epiphytic bryophyte communities of the southwest Anatolian *Liquidambar orientalis* forest. *Nova Hedwigia* **66**(3-4):435-450.
- Kürschner H. 2004. Life strategies and adaptations in bryophytes from the Near and Middle East. *Turk. J. Bot.* **28**:73-84.
- Kürschner H., Parolly G., Erdağ A., Eren Ö., 2007. Synanthropic bryophyte communities new to western Turkey –syntaxonomy, synecology and life syndrome. *Nova Hedwigia* **66** (3-4):459-478.
- Lara F. & Mazimpaka V., 1989. Contribución al conocimiento de la flora briológica de la ciudad de Segovia, *Anales Jard. Bot. Madrid*, **46**: 481-485.
- Lara F., Lopez C., Mazimpaka V., 1991. Ecologia de los briófitos urbanos en la ciudad de Segovia, *Cryptogamie, Bryol. Lichénol.*, **12**: 425-439.
- Leck M. A. (1989). Wetland seed banks. In: *Ecology of soil Seed Banks*. (Eds M. A. Leck, V. T. Parker & R. L. Simpson), pp.283-308. Academic Press, San Diego, California, USA
- Lo Giudice R., Gueli L., Polizzi MD., 2004. Ricerche biogeografiche ed ecologiche sulla brioflora dei Monti Nebrodi (Sicilia settentrionale). *Braun-Blanquetia*, **34**: 143-155.
- Lo Giudice R., Mazimpaka V., Lara F., 1997. The urban bryophyte flora of city of Enna (Sicily, Italia), *Nova Hedwigia* , **64**(1-2): 249-265.
- Lo Giudice R., 1992. Contributo alla conoscenza della brioflora urbana di Catania, *Quad. Bot. Ambientale Appl.*, **3**:3-10
- Lorenzoni C. & Paradis G., 1997. Phytosociologie de Mares Temporaires Méditerranéennes: les Tre Padule et la Padule Maggiore (Suartone, comune di Bonifacio, Corsica). *Coll Phytosoc* **27**:571-593.
- Magdefrau K., 1982. Life forms of Bryophytes . In Smith A.J.E, editor. *Bryophyte ecology*. London : Chapman & Hall. pp. 45-58

- Malcuit G., 1962. L'*Isoetion* en Corse. Ann. Fac. Sci. Marseille, **33**: 87-102.
- Mankovska B., 1994. Airbone sulphur and heavy metal pollution in the environment of a thermal plant. Ekologia (Bratislava) **13**, 207-217.
- Marchi M., Murgia M.V., Maccioni L., 1989. Geologia Idrogeologia-Pedologia In: "Sa Jara. Un' area di interesse naturalistico da salvaguardare". Pubblisar Ed., Cagliari pp 9-26.
- Markert B., Herpin U., Siewers U., Berlekamp J., Lieth H., 1996. The German heavy metal survey by means of mosses. Sci. Total Environ. **182**, 159-168.
- Massoli-Novelli R., Dentesani B., Ardizzone D., Zanna G., 2009. Tutela delle zone (ZUM) Italiane. Fondazione Link Campus University of Malta. CENSO-Centro Studi Internazionale Informazione e Documentazione su Energia e Sviluppo Sostenibile.
- Mazimpaka V., Vincente J., Ron E., 1988. Contribució al conocimiento de la brioflora urbana de la ciudad de Madrid, Anales Jard. Bot. Madrid, **45**:61-73.
- Menichetti A., Petrella P., Pignatti S., 1989. Uso dell'informazione floristica per la valutazione del grado di antropizzazione nell'area urbana di Roma, Inf. Bot. Ital., **21**(1/3): 165-172-
- Miles, C. J. & R. E. Longton. 1990. The role of spores in reproduction in mosses. Botanical Journal of the Linnean Society **104**:149-173.
- Miles, C. J. & R. E. Longton. 1992. Deposition of moss spores in relation to distance from parent gametophytes. J. Bryol. **17**:355-368.
- Ministero LL.PP., Serv. Idrogr., 1951-1980- Annali Idrologici per i Bacini con Foce al litorale della Sardegna . Ist. Poligr. dello Stato, Roma
- Molina J., 1998. Typologie des mares de Roque-Haute .Ecologia Mediterranea, **24** (2): 207-213
- Mossa L., Scrugli A., Mulas B., Fogu M.C., Cogoni A. 1989. La componente geobotanica del parco Giara di Gesturi. In "Sa Jara. Un'area di interesse naturalistico da salvaguardare". Pubblisar Ed., Cagliari pp 27-84.
- Nicolet P., Biggs J., Fox G., Hodson MJ., Reynolds C., Whitfield M., Williams P. 2004. The wetlands plant and macroinvertebrate assemblages of temporary ponds in United Kingdom and Wales. Biol Conserv **120** (2):261-278
- Oertili B., Auderset Joye D., Castella E., Juge R. & Lachavanne J.B., 2000. Diversité biologique et typologie Écologique des Étangs et petits lacs de Suisse . Swisse Agency foe the Envinroment, Forests and Landscape, Laboratory of Aquatic Ecology and Biology (LEBA), University of Geneva, 434 pp.
- Organizzazione Metereologica Mondiale (OMM/WMO) for the period (1961-1968). Analisi e confronti climatologici (Climatological normals "CLINO") pubblicazione del mondo del WMO N. 847 del 1996

- Paradais G., Corinne L.P., Pozzo di Borgo M.L., Sorba L., 2009. La végétations des Maires Temporaires Méditerranéennes de la Corse. Bulletin de la Société de sciences historiques et naturelles de la Corse n°728-729. Hommage à Bernard Roché-
- Parolly G. & Kürschner H., 2005. Ecosociological studies in Ecuadorian bryophyte communities. V. Syntaxonomy, life forms and life strategies of the bryophyte vegetation on decaying wood and tree bases in S. Ecuador. *Nova Hedwigia* **81** (1-2):1-36.
- Paton J.A., 1999 – The liverwort flora of the British Isles. Harley Books.
- Pericàs J., Rossellò J.A., Mascarò J., Fraga P., 2009. The importance of Bryophytes in the Mediterranean Temporary ponds of Minorca. International Conference On Mediterranean Temporary Ponds. Maó, 5-8 May, 2009.
- Piano Gestione Psic “Foresta di Monte Arcosu” 2006. P.O.R. Sardegna Misura 1.5-Rete Ecologica Regionale
- Pinna M., 1954. Il clima della Sardegna. Libr. Goliardica, Pisa.
- Poiani, K.A., & Johnson, W.C. 1989. Effect of hydroperiod on seed bank composition in semipermanent prairie wetlands. *Can. J. Bot.* **67**:856-864.
- Poirion L. & Barbero M., 1966. l'Isoetion du Massif de Biot (Alpes-Maritimes). *Bull. Soc.Bot.France*, **113**: 410-416.
- Poikolainen J., Kubin E., Piispanen J., Karhu J., 2004. Atmospheric heavy metal deposition in Finland during 1985-2000 using mosses as bioindicators. *Sci. Total Environ.* **318**, 171-185.
- Privitera M. & Puglisi M., 1994a. Flora briofitica e inquinamento atmosferico nel territorio di Siracusa (Sicilia orientale), *Giorn. Bot. Ital.*, **128**(1):277.
- Privitera M. & Puglisi M., 1994b. Flora briofitica e qualità dell'aria in alcune leccete dell'area iblea (Sicilia sud-orientale), *Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat. Catania*, **27**(346): 229-239.
- Privitera M. & Puglisi M. 1994. Su alcuni aspetti briovegetazionali termo-xerofili del territorio di Agrigento (Sicilia occidentale). *Boll. Acc. Gioenia Sci Nat* **27**(346): 99-109-
- Privitera M. & Puglisi M., 1995. Bryological flora and air pollution in some areas of Messina territory (NE Sicily), *Arch. Geobot.*, **1**(2): 55-62.
- Privitera M., Puglisi M., Cogoni A., 1996. Su alcuni aspetti briovegetazionali del territorio di Arzana (Gennargentu, Sardegna). *Documents Phytosociologiques*, N.S., 16 :315-325.
- Privitera M. & Puglisi M. 1999. Indicizzazione della qualità ambientale attraverso l'uso della flora briofitica. Un esempio di studio su Vulcano (Isole Eolie). *Arch. Geobot.* Vol. **5** (1-2) 1999:77-83.
- Raunkier 1934. The life forms of plants and statistical plant geography. Oxford.

- Rhazi M., Grillas P., Charpentier A., Médail F., 2004. Experimental management of Mediterranean temporary pools for conservation of the rare quillwort *Isoetes setacea*. *Biological Conservation* **118**:675-684.
- Roughgarden, J. & Iwasa, Y. 1986. Dynamics of a metapopulation with space-limited populations. *Theoret. Popul. Biol.*, **29**, 235-61.
- Ruhling A., Steinnes E., Berg T., 1996. Atmospheric Heavy Metal Deposition in Northern Europe 1995. NORD 996, 37 (Nordic Council of Ministers, Copenhagen).
- Sabovljević M., 2004. Life strategies of bryophytes on loess cliffs in Vojvodina (Serbia). *Arch. Biol. Sci.* **56**:127-130.
- Schintu M., Cogoni A., Durante L., Cantalupi C., Contu A., 2005. Moss (*Bryum radiculosum*) as a bioindicator of trace metal deposition around an industrialized area in Sardinia (Italy). *Chemosphere* **60** (2005) 610-618.
- Schilling J.S. & Lehman M.E., 2002. Bioindication of atmospheric heavy metal deposition in the Southeastern US using the moss *Thuidium delicatulum*. *Atmos. Environ.* **36**, 1611-1618.
- Schuster R.M., 1983. Phytogeography of the Bryophyta. In: Schuster R.M. (ed.), *New manual of Bryology* 1: 463-626. Nichinan.
- Sérgio C., 1981. Alterações da flora briológica epifítica na área urbana de Lisboa, nos últimos 140 anos, *Boll. Soc. Brot.*, ser. 2, **54**: 313-331
- Sérgio C. & Sim-Sim M., 1985. Estudio da poluição atmosférica no estuário do Tejo. A vegetação epifítica como bioindicadora, *Portug. Acta Biol. (B)*, **14**:213-244.
- Smith A.J.E., 1990. *The liverworts of Britain & Ireland*. Cambridge University Press.
- Smith A.J.E., 2004. *The moss Flora of Britain and Ireland*. Second Edition
- Söderström L., 1990. Dispersal and distribution patterns in patchy, temporal habitats. In *spatial Processes in Plant Communities*, Eds F. Krahulec, A. D. Q. Agnes, S. Agnew & J. H. Willems. SPB Academic Publisher, The Hague, pp. 103-13.
- Sommiers S., 1902. Prime muscinee del Livornese. *Boll. Soc. Bot. Ital.*, **2-3**: 33-37.
- Schwartz S. & Jenkins D., 2000. Temporary aquatic habitats, constraints and opportunities. *Aquatic Ecology* **34**: 3-8.
- Soria A. & Ron M.E., 1995. Aportaciones al conocimiento de la brioflora urbana española, *Cryptogamie, Bryol. Lichénol.*, **16**(4): 285-299.
- Spencer M., Blaustein S., Schwartz S., Cohen J.E., 1999. Species richness and the proportion of predatory animal species in temporary pools, relationship with habitat size and permanence. *Ecology Letters* **2**: 157-166.
- Stoneburner, A., D. M. Lane & L. E. Anderson. 1992. Spore dispersal distances in *Atrichum angustatum* (Polytrichaceae). *Bryologist* **95**:324-328

- Thompson K. (1992). The functional ecology of seed banks. In: *Seeds, the Ecology of Regeneration in Plant Communities* (Ed M. Fenner), pp. 231-258. CAB International, Wallingford, United Kingdom.
- Turkan I., Henden E., Ummuhan Ç., Kivilcim S., 1995. Comparison of moss and bark samples as biomonitors of heavy metals in a highly industrialised area in Izmir, Turkey. *Sci. Total Environ.* **166**, 61-67.
- van der Valk, A.G., & Davis, C.B. 1978. The role of seed banks in the vegetation dynamics of prairie glacial marshes. *Ecology*, **59**:322-335.
- van der Valk, A.G. 1985. Vegetation dynamics of prairie glacial marshes. In the population structure of vegetation. Edited by J. White. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht. pp. 293-312.
- van Zanten B.O. 1976. Preliminary report on germination experiments designed to estimate the survival changes of moss-spores during aerial trans-oceanic long-range dispersal in the southern hemisphere, with particular reference to New Zealand. *Journ. Hattori Bot. Lab. No.* **41**: 133-140.
- van Zanten B.O. 1978. Experimental studies on trans-oceanic long-range dispersal of mosses spores in the southern hemisphere. *Journ. Hattori Bot. Lab. No.* **44**: 455-482.
- van Zanten B.O. 1984. Some considerations on the feasibility of long-distance transport in Bryophytes. *Acta Bot. Neerl.* **33**(2): p . 231-232.
- Yaverkovski N., Grillas P., Paradis G., Thiéry A., 2004. Biodiversity and conservation issues. Habitats. In: Grillas P., Gauthier P., Yavercovski N., Perennou C. (Eds.), *Mediterranean Temporary Pools 1*. Station biologique de la Tour du Valat, Arles: 13-19.
- Wellborn G., Skelly D., Werner E., 1996. Mechanisms creating community structure across a freshwater habitat gradient. *Annual Review of Ecology and Systematics* **27**: 337-363.
- Weller, M.W., & Frederickson, L. H. 1974. Avian ecology of a managed glacial marsh. *Living Bird*, **12**:269-291.
- Weller, M.W., & Spatcher, C. E. 1965. Role of habitat in the distribution and abundance of marsh bird. *Iowa Agric. Home Econ. Exp. Stn. Spec. Rep. No.* 43.
- Williams P., Whitfield M., Biggs J., Bray S., Fox G., Nicolet P. & Sear D., 2004. Comparative biodiversity of rivers, streams, ditches and ponds in an agricultural landscape in Southern England. *Biol. Conserv.*, **115**:329-341
- Williams D.D., 1987. *The ecology of temporary waters*. Croom Helm, London & Sydney. Timber Press, Portland, Oregon.
- Williams D.D., 2006. *The biology of temporary waters*. Oxford University Press, Oxford, New York.
- Wyatt Robert. 1994. Population Genetics of Bryophytes inrelation to their reproductive biology. *J. Hattori Bot. Lab. No.* **76**: 147-157.

- Zedda L., Cogoni A., Flore F., Brundu G., 2010. Impacts of alien plants and man-made disturbance on soil-growing bryophyte and lichen diversity in coastal areas of Sardinia (Italy). *Plant Biosystems* 144 (3): 547-562
- Zevaco C., 1966. Sur la présence en Corse d'Elatine macropoda Guss. *Bull. Soc. Sci. Hist. Nat de la Corse* , n: **579**: 65-70.
- Zoccheddu M. & Cogoni A., 2011. Contributo alla conoscenza della brioflora degli stagni temporanei della Sardegna, *Inform. Bot. Ital.*, Vol 43. p 75. Supplemento 1.